ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ

(ଦ୍ୱିତୀୟ ଭାଗ)

(ତାପ ଏବଂ ତାପ-ଗତି-ବିଜ୍ଞାନ)

ଲେଖକ

ଶ୍ରୀ ଦେବକାନ୍ତ ମିଶ୍ର

ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଅଧ୍ୟାପକ, ରେଭେନ୍ସା ମହାବିଦ୍ୟାଳୟ, କଟକ

୧୯୭୩

ପ୍ରକାଶକ

ଓଡ଼ିଶା ରାଜ୍ୟ ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକ ପ୍ରଣୟନ ଓ ପ୍ରକାଶନ ସଂସ୍ଥା
ଭୁବନେଶ୍ୱର

PADARTHA BIGYAN, Part-II

(Physics)

(PART-II :— HEAT AND THERMODYNAMICS)

For Intermediate Students

Published under the scheme of production of books and literature in regional languages at the University level sponsored by the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Written by :

Debakanta Mishra, *M. Sc.*,
Lecturer, Ravenshaw College, Cuttack.

First Edition—1973

Published by :

THE ORISSA STATE BUREAU OF
TEXT-BOOK PREPARATION AND PRODUCTION
BHUBANESWAR, ORISSA

Publication No. 19
Printed at :
Goswami Press
Alamchand Bazar,
Cuttack-2

Price. Rs 5/

ଭୂମିକା

ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟ ସ୍ତରରେ ଆଞ୍ଚଳିକ ଭାଷାରେ ଶିକ୍ଷା ଦେବାକୁ ହେଲେ ଉକ୍ତ ଭାଷାରେ ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକ ପ୍ରଣୟନ ଓ ପ୍ରକାଶନ ଏକାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ । ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟୋ-ପଯୋଗୀ ଆଞ୍ଚଳିକ ଭାଷାରେ ମୌଳିକ ଗ୍ରନ୍ଥ ପ୍ରଣୟନ ଓ ଅନୁବାଦ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ଅନୁଷ୍ଠାନ ଦାୟିତ୍ୱ ବହନ କରିଛନ୍ତି । ଓଡ଼ିଶା ରାଜ୍ୟ ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକ ପ୍ରଣୟନ ଓ ପ୍ରକାଶନ ସଂସ୍ଥା ଓଡ଼ିଆ ଭାଷାରେ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରଣୟନ ଓ ପ୍ରକାଶନ ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରକାଶିତ "ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ୨ୟ ଭାଗ" ପୁସ୍ତକଟି ଓଡ଼ିଶାର ସାତୋଟି ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟର ନୂତନ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଅନୁସରଣ ପୂର୍ବକ ରଚିତ ହୋଇଛି । ଏହି ପୁସ୍ତକଟିକୁ ରେଭେନ୍‌ସା କଲେଜ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ବିଭାଗର ଅଧ୍ୟାପକ ଦେବକାନ୍ତ ମିଶ୍ର ରଚନା କରିଛନ୍ତି ଓ ଶିକ୍ଷା ଉପନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ଶ୍ରୀ ସନ୍ତୋଷ କୁମାର ରାଏ ଏହାର ସମୀକ୍ଷା କରିଛନ୍ତି । ପୁନଶ୍ଚ ଉତ୍କଳ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟର ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ବିଭାଗର ରିଡ଼ର ଡକ୍ଟର କୁଳମଣି ସାମଲ ପ୍ରୁଫ୍ ସଂଶୋଧନ ତଥା ସଂପାଦନା କାର୍ଯ୍ୟ କରିଛନ୍ତି । ସଂସ୍ଥାର ଭାଷା ବିଶେଷଜ୍ଞ ଶ୍ରୀ ଶରତ୍ ଚନ୍ଦ୍ର ପ୍ରଧାନ ପୁସ୍ତକଟିର ଭାଷାଗତ ସମୀକ୍ଷା କରିଛନ୍ତି ଓ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରକାଶନ ସହାୟକ ଶ୍ରୀ ଚିତ୍ତରଞ୍ଜନ ଦାସ ପ୍ରକାଶନରେ ବିଶେଷ ଭାବେ ସହାୟତା କରିଛନ୍ତି । ଏଣୁ ସଂସ୍ଥା ତରଫରୁ ଆମେ ଲେଖକ ଓ ସମୀକ୍ଷକଙ୍କୁ ଧନ୍ୟବାଦ ଜ୍ଞାପନ କରୁଛୁଁ । ଆମର ଆଶା ଓ ବିଶ୍ୱାସ ଏ ପୁସ୍ତକଟି ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀ ତଥା ଅଧ୍ୟାପକମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଆଦୃତ ହେବ ।

ଭୁବନେଶ୍ୱର
ତା ୧ । ୨ । ୭୩

ବ୍ରଜବନ୍ଧୁ ମିଶ୍ର
ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ

ପୂର୍ବାଭାଷ

ଉତ୍କଳ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟ କର୍ତ୍ତୃପକ୍ଷଙ୍କ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଅନୁଯାୟୀ ଏହି ପୁସ୍ତକଟି ପ୍ରଣୀତ ହୋଇଅଛି । ପୂର୍ବେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଏକ ଗତାନୁଗତିକ ତଥା ସ୍ଥାଣୁ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଅନୁଯାୟୀ ପଠିତ ହେଉଥିଲା; ମାତ୍ର ନୂତନ ପାଠ୍ୟକ୍ରମରେ କେତେକ ଯୁଗୋପଯୋଗୀ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇଛି । ତେଣୁ ତାପ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପାଠ୍ୟରେ ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ତତ୍ତ୍ୱ (Kinetic theory of matter), କ୍ୱାଣ୍ଟମ ତତ୍ତ୍ୱାଶ୍ରୟୀ ବିକିରଣ ତତ୍ତ୍ୱ (Quantum theory of radiation), ତାପ-ଗତି-ବିଜ୍ଞାନ (Thermodynamics) ପ୍ରଭୃତି ଜ୍ଞାତବ୍ୟ ତଥ୍ୟାବଳୀ ସନ୍ନିବେଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ପୁସ୍ତକରେ ତାପ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପୂର୍ବ ପ୍ରଚଳିତ ପାଠ୍ୟ ସମେତ ପୂର୍ବୋକ୍ତ ବିଷୟବସ୍ତୁ ସମ୍ପର୍କରେ ସଠିକ ଜ୍ଞାନ ଯୋଗାଇବା ନିମନ୍ତେ ଯତ୍‌ପରୋନାସ୍ତି ଉଦ୍ୟମ କରାଯାଉଅଛି । ବିଷୟବସ୍ତୁକୁ ବୋଧଗମ୍ୟ କରାଇବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଯଥାସ୍ଥାନରେ ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ ଓ ଚିତ୍ର ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି । ପୁସ୍ତକଟିକୁ ନିର୍ଭୁଲ ତଥା ସଂକ୍ଷେପ କରିବା ପାଇଁ ମୋର ପୂଜ୍ୟ ଗୁରୁଦେବ ଶ୍ରୀ ସନ୍ତୋଷ କୁମାର ରାଏ ଓ ସୁସାହିତ୍ୟିକ ଶ୍ରୀ ଶରତ୍ ଚନ୍ଦ୍ର ପ୍ରଧାନ ଯତ୍ନଶୀଳ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହି ଅବସରରେ ମୁଁ ଉଭୟଙ୍କ ପ୍ରତି ଆନ୍ତରିକ କୃତଜ୍ଞତା ଜ୍ଞାପନ କରୁଛି । ତାପ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପାଠ୍ୟ ପରିବେଷଣାର୍ଥେ ଏହି ପୁସ୍ତକଟି ହେଉଛି ଓଡ଼ିଆ ଭାଷାରେ ଲିଖିତ ପ୍ରଥମ ପୁସ୍ତକ । ପୁସ୍ତକଟିର ପ୍ରଥମ ସଂସ୍କରଣରେ କତିପୟ ମୁଦ୍ରଣଗତ ତ୍ରୁଟି ରହିଯାଇଥିବା ସ୍ୱାଭାବିକ । ଏହାର ପରବର୍ତ୍ତୀ ସଂସ୍କରଣରେ ଅବଶ୍ୟ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଶୋଧନ କରାଯିବ । ଓଡ଼ିଶାର ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଅଧ୍ୟାପକବୃନ୍ଦ ତଥା ଜ୍ଞାନଲିପ୍ସୁ ଛାତ୍ରଛାତ୍ରୀମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଏହି ପୁସ୍ତକଟି ଆଦୃତ ହେଲେ ମୋର ଶ୍ରମ ସାର୍ଥକ ହେବ ।

ଶ୍ରୀ ଦେବକାନ୍ତ ମିଶ୍ର

Reference Books

1. **Lesson on Physics** — By Dr. H. Mishra and D. K. Mishra (First Edition) (Publisher :— Jagannath Ratha, Binodebehari, Cuttack-2)

2. **A Text-Book of Intermediate Physics** — By J. N. Sen and C. R. Das Gupta (Third Edition) (Publisher :— K. P. Basu Publishing Co., Cornwallis Street, Calcutta-6)

3. **College Physics** — By Weber Manning & White (International Student Edition) (Publisher :— Tata-Mc Graw Hill Book Company)

4. **College Physics** — By Sears and Zemansky (Third Edition) (Publisher :— Addition - Wesley Publishing Company, Inc.)

ସୂଚୀପତ୍ର

ବା, $\frac{1}{2}=\frac{t+20}{100}$

ବା, $2t+40=100$

$\therefore$ $2t=60$, ବା $t=30°$

$\therefore$ 40°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ତ୍ରୁଟି ସମ୍ବଳିତ ତାପମାନ ଯନ୍ତ୍ରରୁ 30°C ବୋଲି ପଠିତ ହେବ ।

(5) ଶୂନ୍ୟଡିଗ୍ରୀ ପରମ ତାପମାତ୍ରା (0°A)ର ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲରେ ଅନୁରୂପ ମୂଲ୍ୟ କେତେ ? ମନେକର, ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲ୍ ଅନୁଯାୟୀ ଶୂନ୍ୟ ଡିଗ୍ରୀ ପରମ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ F ।

ମାତ୍ର, 0°A=—273°C

$$\therefore \frac{-273}{5}=\frac{F-32}{9}$$

ବା, $5F-160 = -2457$

ବା, $5F=-2457+160=-2297$

ବା, $F=-459{\cdot}4°F$

$\therefore$ ଶୂନ୍ୟ ଡିଗ୍ରୀ ପରମ ତାପମାତ୍ରା $= -459{\cdot}4°F$ ।

(6) ଅଂଶାଙ୍କନରେ ତ୍ରୁଟିଥିବା ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ହିମାଙ୍କ 1° ପଠିତ ହେଉଛି ଏବଂ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ଏହାର ବାଷ୍ପାଙ୍କ 96° ପଠିତ ହେଉଛି । ଏଥିରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା 39° ହେଲେ, ତା'ର ପ୍ରକୃତ ତାପମାତ୍ରା କେତେ ? ଏହି ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ କେତେ ଡିଗ୍ରୀ ତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁର ସଠିକ ତାପମାତ୍ରା ମପାଯାଇ ପାରିବ ?

ମନେକର, 39° ତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ତ୍ରୁଟିଯୁକ୍ତ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ x° ପଠିତ ହେଲା ।

ତେଣୁ ଏଠାରେ, $\frac{x}{100}=\frac{39-1}{95}$

ବା, $x=\frac{38}{95}\times 100=\frac{38}{19}\times 20$

ବା, $x=40°C$

$\therefore$ 39° ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁଟିର ମୂଲ୍ୟ ତ୍ରୁଟିଯୁକ୍ତ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ 40°C ରୂପେ ପଠିତ ହେବ ।

ମନେକର, ଦତ୍ତବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା t° ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ତ୍ରୁଟିଯୁକ୍ତ ଥର୍ମୋମିଟରଟି ମଧ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାକୁ t°C ରୂପେ ଦର୍ଶାଇ ପାରୁଛି ।

ତେଣୁ ଏଠାରେ, $\frac{t}{100}=\frac{t-1}{95}$

ବା, $95t=100t-100$

ବା, $5t=100$ ବା, $t=20°C$

ତାପମାତ୍ରା 20°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ତ୍ରୁଟିଯୁକ୍ତ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ଏହାର ପଠିତ ମୂଲ୍ୟ 20°C ହୋଇଛି ।

28·5 ଡାକ୍ତରୀ ଥର୍ମୋମିଟର (Clinical thermometer) :

ଜ୍ୱର ମାପିବାପାଇଁ ଆମ୍ଭେମାନେ ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ବ୍ୟବହାର କରୁ । ଏପରି ଯନ୍ତ୍ରର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତିରେ ବିଶେଷତ୍ୱ ହେଉଛି ଯେ, ଏହାର ଥଳି ଉପରକୁ ଥିବା ସମଛିଦ୍ରଯୁକ୍ତ ନଳୀଟିର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନକୁ ସାମାନ୍ୟ ସଙ୍କୀର୍ଣ୍ଣ ଓ ବଙ୍କା କରାଯାଏ (ଚିତ୍ର—168) । ଏହି ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଜିଭତଳେ ବା କାଖରେ ଜାକିଲେ ଥଳିରୁ ପାରଦ ସେହି ବଙ୍କା ରାସ୍ତାଟପି ଉପରକୁ ଉଠେ । ପ୍ରାୟ ଦୁଇ ମିନିଟ ପରେ ତାହା



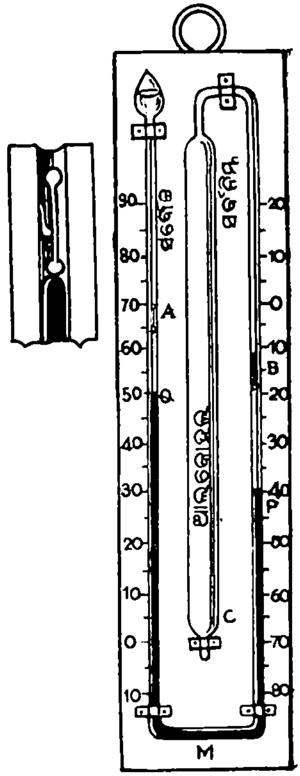
(ଚିତ୍ର 168)

ଶରୀର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଆସେ । ଯଦି ବଙ୍କା ରାସ୍ତାଟି ନ ଥାନ୍ତା, ଯନ୍ତ୍ରଟିକୁ କାଖରୁ ବା ଜିଭତଳୁ କାଢିବା ମାତ୍ରେ ପାରଦ ଥଳି ଭିତରକୁ ଖସି ପଡ଼ନ୍ତା । ତେଣୁ ଶରୀରର ପ୍ରକୃତ ତାପମାତ୍ରା ଜଣାପଡ଼ନ୍ତା ନାହିଁ । ରନ୍ଧ୍ରରେ ବାଙ୍କଟି ଥିବାରୁ ପାରଦ ହଠାତ ଖସି ପଡେ ନାହିଁ । ତେଣୁ କାଖରୁ କାଢ଼ି ଠିକ କେତେ ଜ୍ୱର ଅଛି ଏଥିରୁ ପଢିହୁଏ । ତତ୍‌ପରେ ଛାଟିକରି ଝାଡିଦେଲେ ପାରଦ ଉକ୍ତ ବାଙ୍କବାଟେ ତଳକୁ ଖସିଯାଏ ଏବଂ ଜ୍ୱର ମାପିବା ପାଇଁ ଆଉଥରେ ତାହା ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇ ରହେ । ଡାକ୍ତରୀ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ଫାରେନହିଟ ସ୍କେଲ ପ୍ରଚଳିତ ହୋଇଛି । ମନୁଷ୍ୟ ଦେହର ତାପମାତ୍ରା 95° ଡିଗ୍ରୀ ଫାରେନ୍‌ହିଟ୍‌ରୁ କମ୍ ଓ 110 ଡିଗ୍ରୀ ଫାରେନ୍‌ହିଟ୍‌ରୁ ବେଶୀ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଏହି ଥର୍ମୋମିଟର ଫାରେନହିଟ 95 ଡିଗ୍ରୀରୁ 110 ଡିଗ୍ରୀ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ମାପିବା ପାଇଁ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ ।

28·6 ସିକ୍‌ସଙ୍କ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଓ ସର୍ବନିମ୍ନ ଥର୍ମୋମିଟର (Sixs maximum and minimum thermometer) :

ଏହା ଆଲକହଲ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ଥର୍ମୋମିଟର । ଏଥିରେ ଫାରେନହିଟ୍ ସ୍କେଲ ଅନୁଯାୟୀ ଦିନକ ମଧ୍ୟରେ ସର୍ବାଧିକ ଓ ସର୍ବନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରେ । ପାଣିପାଗ ବିଶେଷଜ୍ଞମାନେ ପାଗର ବିବରଣୀ ଯୋଗାଇଦେବା ପାଇଁ ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ସିକସଙ୍କ ନିର୍ମିତ ଏପରି ଏକ ଥର୍ମୋମିଟରର ନମୁନା (ଚିତ୍ର—169) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । PMQ ହେଉଛି ନଳୀ ଭିତରେ କୌଣସି ଏକ ଅବସ୍ଥାରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଅବସ୍ଥିତି । ନଳୀ ଭିତରେ ସ୍ପ୍ରିଂ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ଦୁଇଟି ଷ୍ଟିଲ୍ ସୂଚକର ଅବସ୍ଥିତିକୁ A ଓ B ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ସୂଚକ ଦୁଇଟିକୁ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ପାରଦର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ପତନର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ଦର୍ଶାଇ ଦେବାପାଇଁ ନଳୀ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସୂଚକ ଯେକୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ନଳୀ ଭିତରେ ଟାଣିହୋଇ ସିଧା ରହିପାରେ. କାରଣ ତହିଁରେ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ସ୍ପ୍ରିଂଟି ନଳୀର ଭିତରପଟ କାନ୍ଥରେ ଚାପ ପକାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀରେ ପାରଦସ୍ତମ୍ଭ ଉପରକୁ ଉଠୁଥିବା ସମୟରେ ତହିଁରେ ଥିବା ସୂଚକଟି ତଦ୍ୱାରା ଠେଲିହୋଇ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ ଏବଂ ପାରଦସ୍ତମ୍ଭ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ତଳକୁ ଖସିବା ବେଳେ ଏହା ଆଉ ତଳକୁ ଖସିପାରେ ନାହିଁ ।

ଏପରି ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପୂର୍ବରୁ A ଓ B ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଥିବା ସୂଚକ ଦୁଇଟିକୁ ଉଭୟ ନଳୀରେ ପାରଦର ପୃଷ୍ଠ ସହ (P ଓ Q) ସ୍ପର୍ଶ କରୁଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ରଖିଦିଆଯାଏ । ଉଲ୍ଲିଖିତ ଭାବରେ ସୂଚକ ଦୁଇଟିକୁ ତଳକୁ ଖସାଇ ଯଥାସ୍ଥାନରେ ରଖି ଦେବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଚୁମ୍ବକର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ନଳୀ ବାହାରୁ ଚୁମ୍ବକଟିକୁ ହାତରେ ଧରି ଉପଯୁକ୍ତ ଭାବରେ ଘୁଞ୍ଚାଇଲେ ତଦ୍ୱାରା ଆକର୍ଷିତ ହୋଇ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଷ୍ଟିଲ୍ ସୂଚକ ନଳୀ ଭିତରେ ଗ୍ରହିଦା ଅନୁଯାୟୀ ନିଜର ସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଥାଏ । ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ଥଳି (C) ଭିତରେ ଥିବା ଆଲକହଲ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇ ପଦାକୁ ଉଛୁଳି ପଡ଼େ । ତେଣୁ ଏହା ଡାହାଣ ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ଚାପ ପକାଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ପାରଦ ବାମ ନଳୀ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ଏବଂ ବାମ ନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା ଯେତେ ଯେତେ ଅଧିକ ହୁଏ, ବାମ ନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ସେତେ ସେତେ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ । ତଦ୍ୱାରା ଠେଲି ହୋଇ A ଚିହ୍ନିତ ସୂଚକଟି ମଧ୍ୟ କ୍ରମଶଃ ଉପରକୁ ଉଠେ । ଯେତେବେଳେ ତାପମାତ୍ରା ସର୍ବୋଚ୍ଚ ହୋଇଥାଏ ସେତେବେଳେ A ସୂଚକଟି ନଳୀ ଭିତରେ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ । ତାପମାତ୍ରା ସମୟାନୁକ୍ରମେ କମିଗଲେ, ଏହା ଆଉ ତଳକୁ ଖସିପାରେ ନାହିଁ । କାରଣ ଏହାକୁ ତଳକୁ ଟାଣିଆଣିବା ପାଇଁ ସେତେବେଳେ ଏହା ଉପରେ ଆଉ କୌଣସି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ 'A' ସୂଚକର ନିମ୍ନଦେଶ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ ଉପରେ ଯେଉଁ ସ୍ଥାନରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ, ତାହାହିଁ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ।



(ଚିତ୍ର 169)

ଯେତେବେଳେ ତାପମାତ୍ରାରେ କ୍ରମହ୍ରାସ ଘଟେ, ସେତେବେଳେ ଥଳି ଭିତରେ ଥିବା ଆଲ୍‌କହଲ ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ, ଡାହାଣ ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦସ୍ତମ୍ଭ ଉପରକୁ ଉଠେ ଏବଂ ଏହି ପାରଦସ୍ତମ୍ଭ ଦ୍ୱାରା ପେଲି ହୋଇ B ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ସୂଚକଟି ମଧ୍ୟ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା ଯେତେବେଳେ ସର୍ବନିମ୍ନ ହୋଇଯାଏ, ସେତେବେଳେ B ସୂଚକଟି ଡାହାଣ ନଳୀ ଭିତରେ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ । ତାପମାତ୍ରା ସମୟାନୁକ୍ରମେ ବଢ଼ିଗଲେ, B' ସୂଚକଟି ଆଉ ତଳକୁ ଖସିପାରେ ନାହିଁ, କାରଣ ସେତେବେଳେ ଏହାକୁ ତଳକୁ ଟାଣି ଆଣିବା ପାଇଁ ଏହା ଉପରେ ଆଉ କୌଣସି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ 'B' ସୂଚକର ନିମ୍ନଦେଶ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ ଉପରେ ଯେଉଁ ସ୍ଥାନରେ ଅବସ୍ଥାନ କରିଥାଏ, ତାହାହିଁ ସର୍ବନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ।

ସାରାଂଶ

ତାପମାତ୍ରା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପୀୟ ଅବସ୍ଥା ସମ୍ପର୍କରେ ସମ୍ୟକ୍ ଧାରଣା ଯୋଗାଇଥାଏ । ଆମେ ତହିଁରୁ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ଜାଣିପାରିଥାଉ ଯେ ବସ୍ତୁଟି ଆଉ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ପାରିବ ବା ତା' ଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣ କରି ନେବ ।

ତାପମାତ୍ରା ମାପିବାର ବିବିଧ ସ୍କେଲଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ :

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4}$$

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. (କ) ତାପ ଓ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ?

   (ଖ) ଗୋଟିଏ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର କିପରି ଭାବରେ ତିଆରି କରଯାଏ ? ଏଥିରେ କିପରି ଭାବରେ ଅଂଶାଙ୍କନ କରଯାଏ ?

   ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ହିମାଙ୍କ 20° ଓ ବାଷ୍ପାଙ୍କ 150° ରୂପେ ପଠିତ ହେଉଛି । 45°C ତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ଏଥିରେ କେତେ ହେବ ? (ଉ: 78·5°C)

2. (କ) ପାରଦକୁ ଥର୍ମୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିବାପାଇଁ ବ୍ୟବହାରୋପଯୋଗୀ ପଦାର୍ଥରୂପେ କାହିଁକି ବଛାଯାଇଛି ?

   (ଖ) ଥର୍ମୋମିଟର ପାଇଁ ପ୍ରଚଳିତ ହେଉଥିବା ବିବିଧ ସ୍କେଲଗୁଡ଼ିକର ନାମ ଲେଖ । ଏହି ସ୍କେଲଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥାପନ କର ।

   (ଗ) କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା କେତେ ହୋଇଥିଲେ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ପଠିତ ତାପମାତ୍ରା ଫାରେନହିଟ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ପଠିତ ତାପମାତ୍ରାର 4 ଗୁଣ ହେବ ? (ଉ: 14·54° ପ୍ରାୟ)

3. (କ) ଆଲ୍‌କହଲ ଓ ପାରଦ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟିକୁ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ବ୍ୟବହାର କରଯିବା ଉଚିତ ? ଏହାର ତୁଳନାତ୍ମକ ବିଚାର କର ।

   (ଖ) ସିକ୍‌ସଙ୍କ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଓ ସର୍ବନିମ୍ନ ଥର୍ମୋମିଟର ସମ୍ପର୍କରେ ଚିତ୍ରସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର । ଏହାକୁ କେଉଁ କାମପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ ?

   (ଗ) ସୁସ୍ଥ ମନୁଷ୍ୟ ଶରୀରର ତାପମାତ୍ରା 98·6°F । ଏହି ତାପମାତ୍ରାକୁ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ ଓ ରିଉମର୍ ସ୍କେଲ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରକାଶ କର । (ଉ: 37·0°C ଓ 29·6°R)

4. (କ) ଗୋଟିଏ ଡାକ୍ତରୀ ଥର୍ମୋମିଟରର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତି ସମ୍ପର୍କରେ ସଚିତ୍ର ବର୍ଣ୍ଣନ ଦିଅ ।

   (ଖ) ଗୋଟିଏ ତ୍ରୁଟିସମ୍ବଳିତ ଥର୍ମୋମିଟରର ହିମାଙ୍କ 1° ଓ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ବାଷ୍ପାଙ୍କ 96° ହେଉଛି । ଯଦି ଥର୍ମୋମିଟର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତିରେ କୌଣସି ତ୍ରୁଟି ନ ଥାଇ ତା'ର ଅଂଶାଙ୍କନରେ କେବଳ ତ୍ରୁଟି ରହିଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 58° ରୂପେ ପଠିତ ସମୟରେ, ସଠିକ ତାପମାତ୍ରା କେତେ ହେବ ? (ଉ: 60°C)

5. (କ) ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟରର ଯନ୍ତ୍ରର ଅଂଶାଙ୍କନ ପଦ୍ଧତି ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ଦିଅ । ଏପରି ଥର୍ମୋମିଟରର ଅଂଶାଙ୍କନରେ କୌଣସି ତ୍ରୁଟି ରହିଯାଇଥିଲେ ତାହାକୁ କିପରି ଭାବରେ ସଂଶୋଧନ କରଯାଇ ତାପମାତ୍ରା ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ?

(ଖ) ଗୋଟିଏ ଅଂଶାଙ୍କିତ ହୋଇ ନ ଥିବା ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚ୍ଚପରେ ଗଳିତ ବରଫ ଓ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ଥର ଥର କରି ପ୍ରଭାବିତ କରାଯିବାରୁ ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଯଥାକ୍ରମେ 7·3 ସେ:ମି: ଓ 23·8 ସେ:ମି: ହେଉଛି; ମାତ୍ର ଏହାର ଥଳିଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁ ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦେବାରୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାର ପରିମାଣ 3·5 ସେ.ମି. ହେଉଛି । ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (ଉତ୍ତର: —23·03°C)

(6) ଗୋଟିଏ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟରର ମୌଳିକ ମଧ୍ୟାନ୍ତର 60 ସମାନ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଏବଂ ଏଥିରୁ ହିମାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ 60° ରୂପେ ପଠିତ ହେଉଛି । ଆଉ ଗୋଟିକର ମୌଳିକ ମଧ୍ୟାନ୍ତର 120 ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇଛି ଏବଂ ଏଥିରୁ ହିମାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ 0° ରୂପେ ପଠିତ ହେଉଛି । ଯଦି ଶେଷୋକ୍ତ ଯନ୍ତ୍ରରୁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା 100° ରୂପେ ପଠିତ ହୁଏ, ତାହା ହେଲେ ପ୍ରଥମ ସେହି ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା କେତେ ଦେଖାଇବ ?

(ଉତ୍ତର: 120°)

ଊନତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

କଠିନ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣ

Expansion of Solid

କଠିନ ପଦାର୍ଥର ରୈଖିକ (Linear), କ୍ଷେତ୍ରୀୟ (Superficial) ଓ ଆୟତନିକ (Cubical) ପ୍ରସାରଣ :

ସାଧାରଣତଃ ଦେଖାଯାଏ ଯେ, କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ଗରମ କରି ଦେଲେ ସେମାନେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଅନ୍ତି । ତମ୍ବା, ଲୁହା ପିତଳ ଇତ୍ୟାଦି ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କଠିନ ପଦାର୍ଥଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ଛଡ଼ ଆକୃତିବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ଦେଲେ ତାହା ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅନୁକ୍ରମରେ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ । କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ **ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ** କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପାତିଆ ବା ପ୍ଲେଟ୍ ଆକୃତି (ଯଥା: ଆୟତାକାର, ବର୍ଗାକାର ବା ବୃତ୍ତାକାର) କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ଦେଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଉଭୟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ପ୍ରସ୍ଥ ଅନୁକ୍ରମରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଅନ୍ତି । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବଢ଼ିଯାଏ । କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡିକର ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ **କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ** କହନ୍ତି ।

ପୁଣି, ଗୋଲକ (Sphere) ଆକୃତି ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ଦେଲେ ଆମେ ଦେଖୁ ଯେ, ତା'ର ଆୟତନ ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରେ । କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ **ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ** କହନ୍ତି ।

29·1 ବ୍ୟାବହାରିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରସାରଣର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ :

ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁଯାୟୀ କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଆକାରରେ ପ୍ରସାରଣ ବା ସଙ୍କୋଚନ ଘଟୁଥିବାରୁ ବ୍ୟାବହାରିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମକୁ ସ୍ଥଳବିଶେଷ ଅନୁଯାୟୀ ନାନା ପ୍ରକାର ସୁବିଧା ଓ ଅସୁବିଧାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହେବାକୁ ପଡ଼େ । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଯନ୍ତ୍ର ନିର୍ମାଣ କାଳରେ କଳକାରଖାନା ସ୍ଥାପନ ସମୟରେ ଓ ପୋଲ, କୋଠାଘର ପ୍ରଭୃତି ନିର୍ମାଣ ବେଳେ କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡିକର ପ୍ରସାରଣ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟି ଦିଆଯାଏ ।

କଠିନ ବସ୍ତୁର ପ୍ରସାରଣ ଜନିତ କେତେକ ସୁବିଧା :

(i) ଦୁଇଟି ପ୍ଲେଟକୁ ଯୋଡ଼ି ଦେବା ପାଇଁ କମାରମାନେ ସାଧାରଣତଃ ଗୋଟିଏ କୀଳକ (rivet)ର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇଥାନ୍ତି । ପ୍ରଥମେ ସେମାନେ ପ୍ଲେଟ ଦୁଇଟିକୁ ଉପର ତଳ କରି ରଖି ଦିଅନ୍ତି ଏବଂ ଉଭୟଙ୍କ ଭିତରେ ଗୋଟିଏ କଣା କରିଦିଅନ୍ତି । ତତ୍‌ପରେ କୀଳକଟିକୁ ନିଆଁରେ ତତାଇ ଲାଲ ଟହ ଟହ କରିଦିଅନ୍ତି । ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ କୀଳକକୁ ସେମାନେ କଣା ଭିତରେ ଭର୍ତ୍ତି କରି ପଟା ଓ କୀଳକକୁ ଜୋରରେ ହାତୁଡ଼ିରେ ପିଟନ୍ତି ।

କୀଳକଟି ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯିବା ପରେ ତାହା ସଙ୍କୁଚିତ ହୁଏ ଏବଂ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ତାହା ପଟା ଦୁଇଟିକୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ କରି ସୁଦୃଢ଼ ଭବରେ ରଖିପାରେ । ଏଥି ଯୋଗୁଁ ପଟା ଦୁଇଟି ପରସ୍ପର ସହ ଯୋଡ଼ି ହୋଇ ରହନ୍ତି । ଯଦି ତାପମାତ୍ରାର ହ୍ରାସରେ କୀଳକଟିର ଆକାରରେ ସଙ୍କୋଚନ ଘଟୁ ନ ଥାନ୍ତା ତାହାହେଲେ ପଟା ଯୋଡ଼ି ହୁଅନ୍ତା ନାହିଁ ।

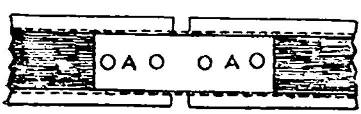
(ii) ଶଗଡ଼ ଚକରେ ଲୁହାହାଲ ପକାଯିବା ପାଇଁ ଚକର ବେଢ଼ାଠାରୁ ସାମାନ୍ୟ ଛୋଟ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଲୁହାହାଲ ନିଆଯାଏ । ସ୍ୱାଭବିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଏହି ଲୁହା ହାଲକୁ କାଠଚକରେ ପକାଇଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ, ପ୍ରଥମେ ଲୁହା ହାଲକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରଯାଏ । ଏହା ପ୍ରସାରିତ ହେଲେ ଏହାକୁ କାଠ ଚକର ବାହ୍ୟ ବେଢ଼ା ଉପରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଜଳ ସିଞ୍ଚି ଲୁହ ହାଲକୁ ହଠାତ୍ ଥଣ୍ଡା କରି ଦିଆଯାଏ । ଫଳରେ ସଙ୍କୋଚନ ଘଟେ ଏବଂ ଏହା ସୁଦୃଢ଼ ଭବରେ କାଠ ଚକରେ ବାନ୍ଧି ହୋଇଯାଏ ।

(iii) ଗୋଟିଏ କାଚନଳୀର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଲୁହା ବା ତମ୍ବା ପଟି ପକାଯିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । କାରଣ, କାଚର ପ୍ରସାରଣ ମାତ୍ରା ଲୁହା ବା ତମ୍ବାଠାରୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍; କିନ୍ତୁ ପରୀକ୍ଷା କରି ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ପ୍ଲାଟିନମର ପ୍ରସାରଣ ମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ କାଚ ସହିତ ସମାନ । ତେଣୁ ଆବଶ୍ୟକ ସ୍ଥଳେ କାଚନଳୀ ଦେହରେ ପ୍ଲାଟିନମ୍ ପଟି ପକାଯାଏ । ଏପରି କରଯିବା ଦ୍ୱାର କାଚ ଫାଟିଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ରହେ ନାହିଁ ।

(iv) ଘର ତିଆରି ସମୟରେ ପଦାକୁ ବାହାରି ପଡିଥିବା କାନ୍ଥ ନିର୍ମାଣ ପାଇଁ ଲୁହାଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଉଛି । କୌଣସି ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ଭର ଦିଆ ନ ଗଲେ ହେଁ ଏହି କାନ୍ଥଗୁଡ଼ିକ ସୁଦୃଢ଼ ହୋଇ ପାରୁଛି । ଏପରି କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ ଲୁହାଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ସଙ୍କୋଚନ ଓ ପ୍ରସାରଣକୁହିଁ ବିନିଯୋଗ କରଯାଉଛି । ପ୍ରଥମେ ଲୁହା ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ କାନ୍ଥ-ଭିତରେ ବିଛାଇ ଦିଆଯାଉଛି ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲୁହାଛଡ଼କୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରଯାଇ ଉତ୍ତପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ତାର ଦୁଇମୁଣ୍ଡକୁ ପାତ ଓ ପେଚ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ କାନ୍ଥସହିତ ଆଣ୍ଟି ଦିଆଯାଉଛି । ଲୁହାଛଡ଼-ଗୁଡ଼ିକ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯିବା ପରେ ସେଗୁଡ଼ିକର ସଙ୍କୋଚନ ଘଟୁଛି । ଏହି ସଙ୍କୋଚନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ସେଗୁଡିକ କାନ୍ଥର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶକୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ କରି ପାରୁଛନ୍ତି । ଫଳରେ କାନ୍ଥଟି ସୁଦୃଢ଼ ଭବରେ ପଦାକୁ ଝୁଲି ରହୁଛି ।

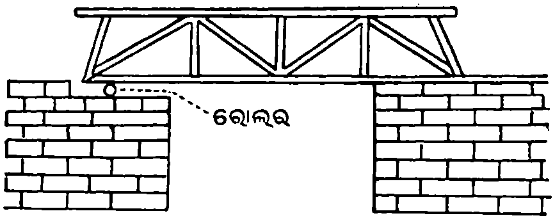
କଠିନ ବସ୍ତୁର ପ୍ରସାରଣଜନତ କେତେକ ଅସୁବଧା :

(i) ରେଲପଥ ନିର୍ମାଣ କାଳରେ ଲୌହ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଲଗାଇ ରଖିବା ଉଚିତ ନୁହେଁ । ଏତଦ୍ୱାର ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧିଯୋଗୁଁ ଲୌହ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ସ୍ଥାନାଭବ ଘଟେ । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ବାଙ୍କିଯାଆନ୍ତି । ଏହି ଅସୁବିଧାର ଦୂରୀକରଣ ପାଇଁ ଦୁଇଟି ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ରେଲ ଧାରଣା ମଧ୍ୟରେ କିଛି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ରଖାଯାଏ । [ଚିତ୍ର 170] ଦୁଇଟିଯାକ ଧାରଣାକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଯୋଡ଼ିଦେବା ପାଇଁ ଦୁଇଟି ଫିସପ୍ଲେଟର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଧାରଣାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ଫିସପ୍ଲେଟ୍‌କୁ ଚିତ୍ରରେ 'A' ଓ 'A' ଦ୍ୱାର ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ଫିସପ୍ଲେଟ୍ ଦୁଇଟିକୁ 4ଟି ବୋଲ୍ଟ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ରେଲଧାରଣା ସହ ଯୋଗ କରଯାଇଛି ।



(ଚିତ୍ର 170)

(ii) ଲୌହ ପୋଲଗୁଡ଼ିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ତିଆରି କରାଯାଏ ଯେ ଲୌହର ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ସ୍ଥାନାଭାବ ହୁଏ ନାହିଁ । ସାଧାରଣତଃ ଏହି ପୋଲଗୁଡ଼ିକର ଉଭୟ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ସିମେଣ୍ଟ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ନିର୍ମିତ ବନ୍ଧ ସହ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଏ ନାହିଁ ।



(ଚିତ୍ର 171)

ପୋଲର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତ ଚିତ୍ର 171ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ଏକ ରୋଲର୍ ଉପରେ ଥାଏ । ତଦ୍ୱାରା ପରିସ୍ଥିତିର ପ୍ରଭାବରେ ଲୌହର ସଙ୍କୋଚନ ଓ ପ୍ରସାରଣ ସ୍ୱାଭାବିକ ଭାବରେ ଘଟେ । ତେଣୁ ଲୌହ ଦଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ବାଙ୍କିଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ରହେ ନାହିଁ ।

(iii) ଲୁହାଛଡ଼ ବା ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଧାତବ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇ ଆଜିକାଲି କାରଖାନାମାନଙ୍କରେ ବଡ଼ ବଡ଼ ଭାଟି ବା ଚୁଲ୍ଲୀ ନିର୍ମାଣ କରଯାଉଛି । ଏପରି ଭାଟିରେ ତାପମାତ୍ରା ଅତ୍ୟଧିକ ହେଉଥିବାରୁ ଲୌହଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରସାରଣ ଘଟିବା ସ୍ୱାଭାବିକ । ତେଣୁ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ଭାଟିର ସିମେଣ୍ଟ କଂକିଟ ନିର୍ମିତ କାନ୍ଥରେ ମନଇଚ୍ଛା ବିଛାଇ ଦିଆଯାଏ ନାହିଁ । ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଯୋଡ଼ାଯୋଡ଼ି କରାଯାଇଥାଏ ଯେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡ ମୁକ୍ତ ରହେ । ଏ ରୂପେ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ଭାଟିର କାନ୍ଥରେ ସଜା ନ ଗଲେ ଛଡ଼ର ପ୍ରସାରଣଜନିତ ବଳ କାନ୍ଥକୁ ଫଟାଇ ଦିଅନ୍ତା ।

(iv) ଆଜିକାଲି ହୋଟେଲମାନଙ୍କରେ ପାଇପ୍‌ରେ ଗରମ ପାଣି ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ଏହି ପାଇପ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଯୋଡ଼ିଦେବା ପାଇଁ (ଚିତ୍ର 172) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଉପାୟ ଅବଲମ୍ବନ କରଯାଏ । ଏପରି କରଯିବା ଦ୍ୱାରା ନଳୀର ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ସ୍ଥାନାଭାବ ଘଟେ ନାହିଁ । ଯଦି ନଳୀଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପରର ମୁହଁକୁ ମୁହଁ ଯୋଡ଼ିଦେଇ ଲମ୍ବାଇ ଦିଆଯାଆନ୍ତା, ତାହାହେଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀର ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ସ୍ଥାନାଭାବ ଘଟନ୍ତା ଏବଂ ପ୍ରସାରଣଜନିତ ବଳ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀକୁ ବଙ୍କାଇ ଦିଅନ୍ତା ।



(ଚିତ୍ର 172)

(v) କାଚ ଗ୍ଲାସରେ ହଠାତ୍ ଗରମ ପାଣି ପୂରାଇଲେ ତାହା ଫାଟିଯାଏ । କାରଣ କାଚ ଏକ ତାପ କୁପରିବାହୀ । ଗ୍ଲାସ୍‌ରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁ ରହିଥିବାରୁ କାଚ କାନ୍ଥରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ । ଏପରି ଅସମ ବଳ ପ୍ରୟୋଗରୁ କାଚ କାନ୍ଥଟି ଫାଟିଯାଏ, ଅନୁରୂପ କାରଣ ଯୋଗୁ ହିଁ ଗୋଟିଏ ଜଳୁଥିବା ଲଣ୍ଠନର କାଚ ଉପରକୁ ପାଣି ଛାଟିଦେଲେ ତାହା ଫାଟିଯାଏ ।

29·2 ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (Co-efficient of linear expansion of a solid) :

ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ ପ୍ରତି 1° ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ କୌଣସି ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ପ୍ରସାରଣକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର **ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ** କହନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମାପିବା ପାଇଁ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିମାଣକୁ ସେ:ମି:ରେ ଓ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ସ୍କେଲରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପିବାର ଏକକକୁ ବଦଳାଇ ଦେଲେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇ ଯାଏ ନାହିଁ; ମାତ୍ର ତାପମାତ୍ରା ମାପିବାର ସ୍କେଲକୁ ବଦଳାଇ ଦେଲେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ବଦଳିଯାଏ ।

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଆମେ ଯଦି କହିବା ଯେ, ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 0·0000189; ତାହାହେଲେ ତଦ୍ୱାରା ଆମେ ସୂଚାଇ ଦେବା ଯେ 1 ସେ:ମି: ବା 1 ଫୁଟ ବା 1 ଗଜ ଦୈର୍ଘ୍ୟବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ $1^\circ c$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଯଥାକ୍ରମେ 0·0000189 ସେ:ମି: ବା 0·0000189 ଫୁଟ ବା 0·0000189 ଗଜ ଲେଖାଏଁ ବଢ଼ି ଯାଉଛି । କିନ୍ତୁ ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧିକୁ ଯଦି ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ସ୍କେଲରେ ମପା ନ ଯାଇ ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲରେ ମପାଯାଏ, ତେବେ ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ 0·0000189 ହେବ ନାହିଁ । $1^\circ F = \frac{5}{9} \times 1^\circ c$ ହୋଇଥିବାରୁ, ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ $\frac{5}{9} \times 0{\cdot}0000189$ (=0·0000105) ହେବ ।

ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟର ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର :

ମନେକର, $\theta_1{}^\circ c$ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କଠିନ ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଗୋଟିଏ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_1 ଏବଂ $\theta_2{}^\circ c$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ଛଡ଼ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_2 । ଏଠାରେ $\theta_2 > \theta_1$ ।

ତେଣୁ, ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ $(\theta_2 - \theta_1)^\circ$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଯିବାଦ୍ୱାରା ଛଡ଼ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $(l_2 - l_1)$ ପରିମାଣରେ ବଢ଼ିଯାଉଛି ।

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ $(\theta_2 - \theta_1)^\circ$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଛଡ଼ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣ $= \frac{l_2 - l_1}{l_1}$ ।

∴ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ 1° ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଛଡ଼ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣ $= \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)}$ । ଏହି ପ୍ରସାରଣହିଁ ଛଡ଼ଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କକୁ ବୁଝାଉଛି । ମନେକର, ଛଡ଼ଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $= \alpha$ ।

$$\therefore \alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)} \ldots\ldots (1)$$

$$= \frac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି}}$$

(1) ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ

$l_2 - l_1 = \alpha l_1(\theta_2 - \theta_1)$

ବା, $l_2 = l_1\{1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1)\} \ldots\ldots\ldots (2)$

ବିଶେଷ ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା $0°C$ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାକୁ $1°C$ ପାଇଁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ ତା'ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣକୁ ବସ୍ତୁଟିର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏତଦ୍ଵାରା αର ସଠିକ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ । କିନ୍ତୁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା ଯଦି $0°C$ ହୋଇ ନ ଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ତାପମାତ୍ରାକୁ (1) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ ହିସାବକୁ ନେଲେ ମଧ୍ୟ α'ର ମୂଲ୍ୟରେ ବିଶେଷ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ ।

29·3 କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ :

ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ ପ୍ରତି $1°$ ବୃଦ୍ଧିପାଇଁ କୌଣସି ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର **କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ** କହନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମାପିବା ପାଇଁ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ସ୍କେଲରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ ।

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଯଦି ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ପ୍ଲେଟ୍‌ର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ 0·0000378, ତାହାହେଲେ 1 ବର୍ଗ ସେ ମି: ବା ଏକ ବର୍ଗଫୁଟ ବା 1 ବର୍ଗ ଗଜ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ପ୍ଲେଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ତାପମାତ୍ରାରେ $1°C$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଯଥାକ୍ରମେ 0·0000378 ବର୍ଗ ସେ:ମି: ବା 0·0000378 ବର୍ଗଫୁଟ ବା 0·0000378 ବର୍ଗଗଜ ଲେଖାଏଁ ବଢ଼ିଯାଏ; ମାତ୍ର ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧିକୁ ଯଦି ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ସ୍କେଲରେ ମପା ନ ଯାଇ ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲ୍‌ଦ୍ୱାରା ମପାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ପିତ୍ତଳର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $\frac{5}{9} \times 0{\cdot}0000378 (= 0{\cdot}0000210)$ ହେବ ।

ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟର ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର :

ମନେକର, $\theta_1°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କଠିନ ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଗୋଟିଏ ପ୍ଲେଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ S_1 ଏବଂ $\theta_2°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ S_2 । ଏଠାରେ $\theta_2 > \theta_1$ । ତେଣୁ ତାପମାତ୍ରା $(\theta_2 - \theta_1)°$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଯିବା ଦ୍ୱାରା ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ $(S_2 - S_1)$ ବଢ଼ିଯାଉଛି ।

$\therefore$ ତାପମାତ୍ରାରେ $(\theta_2 - \theta_1)°$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ପ୍ଲେଟଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପାଇଁ ପ୍ରସାରଣ $= \dfrac{S_2 - S_1}{S_1}$

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ $1°$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପାଇଁ ପ୍ରସାରଣ $= \frac{S_2-S_1}{S_1(\theta_2-\theta_1)}$; ମାତ୍ର ଏହି ପ୍ରସାରଣ ହିଁ ଛଡ଼ଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କକୁ ବୁଝାଉଛି । ମନେକର, ପ୍ଲେଟଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=\beta$ ।

$$\therefore \quad \beta=\frac{S_2-S_1}{S_1(\theta_2-\theta_1)} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$= \frac{\text{କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}} \text{ ।}$$

(3) ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ

$$S_2-S_1=\beta S_1(\theta_2-\theta_1)$$

ବା, $$S_2=S_1\{1+\beta(\theta_2-\theta_1)\} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

29.4 ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ :

ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତି $1°$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ କୌଣସି ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆୟତନରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର **ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ** କହନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମାପିବା ପାଇଁ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ସ୍କେଲରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଆମେ ଯଦି କହିବା ଯେ ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ଖଣ୍ଡର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ 0·0000567, ତାହାହେଲେ ଆମେ ସୂଚାଇ ଦେବା ଯେ 1 ଘନ ସେ:ମି: ବା 1 ଘନଫୁଟ ବା 1 ଘନଗଜ ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ଖଣ୍ଡର ଆୟତନ ତାପମାତ୍ରାରେ $1°C$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଯଥାକ୍ରମେ 0·0000567 ଘନ ସେ:ମି: ବା 0·0000567 ଘନଫୁଟ ବା 0·0000567 ଘନଗଜ ଲେଖାଏଁ ବଢ଼ିଯାଏ; ମାତ୍ର ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧିକୁ ଯଦି ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ସ୍କେଲ୍‌ରେ ମପା ନ ଯାଇ ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲରେ ମପାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ପିତ୍ତଳର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $\frac{5}{9}\times 0{\cdot}0000567$ $(=0{\cdot}0000315)$ ହେବ ।

ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟର ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର :

ମନେକର $\theta_1°c$ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କଠିନ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଗୋଟିଏ ଗୋଲକର ଆୟତନ V_1 ଏବଂ $\theta_2°c$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ଗୋଲକଟିର ଆୟତନ V_2 । ଏଠାରେ $\theta_2>\theta_1$ ।

ତେଣୁ, ତାପମାତ୍ରା $(\theta_2-\theta_1)°$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ି ଯିବା ଦ୍ୱାରା ଗୋଲକଟିର ଆୟତନ (V_2-V_1) ପରିମାଣରେ ବଢ଼ିଯାଉଛି । ∴ ତାପମାତ୍ରାରେ $(\theta_2-\theta_1)°$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଗୋଲକଟିର ଆୟତନରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନ ପାଇଁ ପ୍ରସାରଣ $=\frac{V_2-V_1}{V_1}$ ।

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ $1°$ ବୃଦ୍ଧିପାଇଁ ଗୋଲକଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପାଇଁ ପ୍ରସାରଣ $= \frac{V_2-V_1}{V_1(\theta_2-\theta_1)}$; ମାତ୍ର ଏହି ପ୍ରସାରଣହିଁ ଗୋଲକଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କକୁ ବୁଝାଉଛି ।

ମନେକର, ଗୋଲକଟି ନିର୍ମିତ ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=\gamma$ ।

$$\therefore \gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)} \ldots\ldots \qquad (5)$$

$$= \frac{\text{ଆୟତନରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଆୟତନ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$$

5 ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ,

$$V_2 - V_1 = \gamma V_1(\theta_2 - \theta_1)$$

ବା, $V_2 = V_1\{1 + \gamma(\theta_2 - \theta_1)\} \ldots\ldots (6)$

29.5 ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (α), କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (β) ଓ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (γ) ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ :

ମନେକର, କୌଣସି ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କଠିନବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ପ୍ଲେଟ୍‌ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 1 ସେ: ମି: ହୋଇଛି ଓ ପ୍ରସ୍ଥ 1 ସେ: ମି: ହୋଇଛି । ତେଣୁ ଏହି ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 1 ବର୍ଗ ସେ:ମି ହେଉଛି ।

ମନେକର, ଏହି ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲା । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପରେ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ($1+\alpha$) ସେ:ମି: ହୋଇଯାଉଛି ଏବଂ ତା'ର ପ୍ରସ୍ଥ ମଧ୍ୟ ($1+\alpha$) ସେ.ମି: ହୋଇଯାଉଛି ।

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବାପରେ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର

କ୍ଷେତ୍ରଫଳ $= (1+\alpha)(1+\alpha)$

$= 1+\alpha^2+2\alpha$ [$1+2\alpha$ ତୁଳନାରେ α^2ର ମୂଲ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ, ତାହାକୁ ହିସାବକୁ ନିଆ ନ ଗଲେ ବିଶେଷ ଭୁଲ ହେବ ନାହିଁ] ।

$\cong 1+2\alpha$

ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ $=$ 1 ବର୍ଗ ସେ: ମି: ।

∴ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରସାରଣ

$= \{(1+2\alpha)-1\}$ ବର୍ଗ ସେ:ମି: $=2\alpha$ ବର୍ଗ ସେ:ମି:

ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 1 ବର୍ଗ ସେ:ମି: ହୋଇଥିବାରୁ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଥିବାରୁ, କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କକୁ (β) ବୁଝାଉଛି ।

∴ $\beta=2\alpha=2\times$ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ... ... (7)

∴ ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ତା'ର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ଦୁଇଗୁଣ ହୁଏ ।

ପୁନଶ୍ଚ, କୌଣସି ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କଠିନ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 1 ସେ:ମି:, ପ୍ରସ୍ଥ 1 ସେ:ମି: ଓ ଉଚ୍ଚତା 1 ସେ:ମି: ହୋଇଛି । ତେଣୁ ଏହି ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡର ଆୟତନ ବା ଘନଫଳ 1 ଘନ ସେ:ମି: ହେଉଛି ।

ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲା । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପରେ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $(1+\alpha)$ ସେ:ମି:, ପ୍ରସ୍ଥ $(1+\alpha)$ ସେ:ମି: ଓ ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟ $(1+\alpha)$ ସେ:ମି: ହୋଇ ଯାଉଛି ।

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପରେ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡର ଆୟତନ
$=(1+\alpha)(1+\alpha)(1+\alpha)$
$=1+3\alpha+3\alpha^2+\alpha^3=1+3\alpha$ [$1+3\alpha$ ତୁଳନାରେ α^3 ଓ α^2ର ମୂଲ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହେଉଥିବାରୁ, ତାହାକୁ ହିସାବକୁ ନିଆ ନ ଗଲେ ବିଶେଷ ଭୁଲ ହେବ ନାହିଁ] ।
ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡର ଆୟତନ $=1$ ଘନ ସେ:ମି: ।
∴ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡର ଆୟତନରେ ପ୍ରସାରଣ
$=\{(1+3\alpha)-1\}$ ଘନ ସେ:ମି:$=3\alpha$ ଘନ ସେ:ମି:

ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡର ଆୟତନ 1 ଘନ ସେ:ମି: ହୋଇଥିବାରୁ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଥିବାରୁ, ଆୟତନରେ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କକୁ (γ) ବୁଝାଉଛି ।

∴ $\gamma=3\alpha=3\times$ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ .... (8)

∴ ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ତା'ର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ତିନିଗୁଣ ହୁଏ ।

∴ (7) ଓ (8) ସମୀକରଣରୁ ସ୍ପଷ୍ଟଭାବରେ ବୁଝି ହେଉଛି ଯେ,
$\alpha=\frac{1}{2}\beta=\frac{1}{3}\gamma$ .... (9)

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 2 ମିଟର ହୋଇଛି । ଛଡ଼ଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 200°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ ତା'ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ? ତାପମାତ୍ରା କେତେ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଛଡ଼ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 200·51 ସେ:ମି: ହେବ ? [ତମ୍ବାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=0{\cdot}000017$]

ଏଠାରେ, $l_1=2$ ମିଟର$=200$ ସେ:ମି:,
$\theta_1=0°C,\ \theta_2=200°C$
∴ (1) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ,
$l_2=l_1\{1+\alpha(\theta_2-\theta_1)\}$
$=200\{1+0{\cdot}000017(200-0)\}$
$=200\{1+0{\cdot}0034\}$
$=200{\cdot}68$ ସେ:ମି:

∴ 200°C ତାପମାତ୍ରାରେ ତମ୍ବା ଛଡଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 200·68 ସେ:ମି: ହେବ ।

ମନେକର, ତମ୍ବା ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 200·51 ସେ:ମି: ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ତାର ତାପମାତ୍ରା θ_2°C ହୋଇଛି ।

ଏଠାରେ $l_1=200$ ସେ:ମି:, $l_2=200{\cdot}51$ ସେ:ମି: ଓ $\theta_1=0°C$

∴ (2) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ,

$l_2=l_1\{1+\alpha(\theta_2-\theta_1)\}$

ବା, $200{\cdot}51=200\{1+0{\cdot}000017\ (\theta_2-0)\}$

$=200\{1+0{\cdot}000017\theta_2\}$

$=200+0{\cdot}0034\theta_2$

∴ $0{\cdot}0034\theta_2=0{\cdot}51$

ବା, $\theta_2=150°C$

∴ 150°C ତାପମାତ୍ରାରେ ତମ୍ବା ଛଡ଼ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 200·51 ସେ:ମି: ହେବ ।

(2) ଦୁଇଟି ରେଳ ଷ୍ଟେସନ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ହେଉଛି 195 ମାଇଲ । ଶୀତ ଋତୁରେ ପାରଗ ସର୍ବନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରା 36°F ଓ ଗ୍ରୀଷ୍ମ ଋତୁରେ ସର୍ବାଧିକ ତାପମାତ୍ରା 117°F ହେଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ଲୁହା ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସର୍ବମୋଟ କେତେ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ରଖାଯିବ ? [ଲୌହର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=12\times10^{-6}/°C$] ଏଠାରେ ତାପମାତ୍ରା ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି । ତେଣୁ ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲ ଅନୁଯାୟୀ ଲୌହର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=\frac{5}{9}\times0{\cdot}000012$ $=0{\cdot}0000066$ ।

ଏଠାରେ ରେଳ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ରଖାଯିବା ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବାରୁ ଲୌହ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଉଭୟ ଷ୍ଟେସନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାଠାରୁ କମ୍ ହେବ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏଠାରେ ଲୌହ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ପ୍ରସାରଣର ପରିମାଣ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନର ମୋଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ସମାନ ହେବ ।

ଦତ୍ତ ଅଛି ଯେ, $l_2=195$ ମାଇଲ, $\theta_1=36°F$

$\theta_2=117°F$ ଓ $\alpha=0{\cdot}0000066$ ।

ମନେକର, ରେଳ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ$=l_1$

∴ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଥିବା ମୋଟ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନର ଦୈର୍ଘ୍ୟ$=l_2-l_1$

(1) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ, $\alpha=\dfrac{l_2-l_1}{l_1\ (\theta_2-\theta_1)}$

ବା, $0{\cdot}0000066=\dfrac{195-l_1}{l_1\ (117-36)}$

ବା, $0{\cdot}0000066\times l_1\times81=195-l_1$

ବା, $l_1=\dfrac{195}{(1+0{\cdot}0000066\times81)}=195\ (1+0{\cdot}0000066\times81)^{-1}$

$=195\ (1-81\times0{\cdot}0000066)$

$=(195-0{\cdot}1044450)$ ମାଇଲ ।

∴ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମୋଟ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନର ଦୈର୍ଘ୍ୟ$=l_2-l_1$

$=195$ ମାଇଲ$-(195-0{\cdot}104445)$ ମାଇଲ

$0{\cdot}104445$ ମାଇଲ ।

(3) ଗୋଟିଏ ଲୁହା ଛଡ଼ ଓ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଜିଙ୍କ୍ ଛଡ଼କୁ ପରସ୍ପର ସହ ଏପରି ଭବରେ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଇଛି ଯେ ଲୁହା ଛଡ଼ଟି ଉପର ଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇ ଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଜିଙ୍କ୍ ଛଡ଼ଟି ତଳ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଛି । ତାପମାତ୍ରାକୁ 50°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯିବା ପରେ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ଉଭୟଙ୍କର ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହେଉଛି । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଲୁହାଛଡ଼ ଓ ଜିଙ୍କ୍‌ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଲୁହାର $\alpha = 0{\cdot}000012$ ଓ ଜିଙ୍କ୍‌ର $\alpha = 0{\cdot}0000298$]

ମନେକର, ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଲୁହାଛଡ଼ ଓ ଜିଙ୍କ୍‌ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ l_1 ଓ l_2 ହୋଇଛି ।

(1) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ,

$$\alpha = \frac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$$

ବା, ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି $= \alpha \times$ ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $\times$ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି

∴ ଲୌହଛଡ଼ ପାଇଁ ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି $0{\cdot}000012 \times l_1 \times 50$

ଓ ଜିଙ୍କ୍‌ଛଡ଼ ପାଇଁ ଦୈର୍ଘ୍ୟରେବୃଦ୍ଧି $= 0{\cdot}0000298 \times l_2 \times 50$

ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁଯାୟୀ ଉଭୟ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି ସମାନ ହେଉଛି ।

$\therefore\ 0{\cdot}000012 \times l_1 \times 50 = 0{\cdot}0000298 \times l_2 \times 50$

ବା, $\frac{l_1}{l_2} = \frac{298}{120} = \frac{149}{60}$

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଲୁହାଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ : ଜିଙ୍କ୍‌ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $= 149:60$ ।

(4) ଗୋଟିଏ ଲୁହାଛଡ଼ ଓ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଜିଙ୍କଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଛି । ତାପମାତ୍ରାର 50°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ଜିଙ୍କ୍‌ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଲୁହାଛଡ଼ଠାରୁ 0·181 ସେ:ମି: ଅଧିକ ହେଉଛି । ଯଦି 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 2 ମିଟର ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଯଦି ଜିଙ୍କ୍‌ର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ 0·0000 298 ହୋଇଥାଏ, ତା'ହେଲେ ଲୁହାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ,

$$\alpha = \frac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$$

ଜିଙ୍କଛଡ଼ ପାଇଁ, $0{\cdot}0000\ 298 = \frac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି}}{200 \times 50}$

∴ ଜିଙ୍କ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି

$= 200 \times 50 \times 0{\cdot}0000298$

$= 0{\cdot}298$ ସେ:ମି:

ଜିଙ୍କ୍‌ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘରେ ବୃଦ୍ଧି ଲୁହାଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧିଠାରୁ 0·181 ସେ:ମି: ଅଧିକ ହୋଇଛି ।

∴ ଲୁହାଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି = 0·298 ସେ:ମି:—0·181 ସେ:ମି: = 0·117 ସେ:ମି:

∴ ଲୁହାଛଡ଼ ପାଇଁ, $\alpha = \dfrac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଦୈର୍ଘ୍ୟ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$ ।

$$= \frac{0{\cdot}117}{200 \times 50} = \frac{0{\cdot}117}{10000} = 0{\cdot}0000117$$

∴ ଲୁହାଛଡର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ = 0·0000117/°C ।

(5) 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ଷ୍ଟିଲ ନିର୍ମିତ ସ୍କେଲ 100·0165 ସେ:ମି: ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପି ପାରୁଛି । ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ କେତେହେଲେ ଏହି ସ୍କେଲ ଦ୍ୱାରା 1 ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମପାଯିବା ସମ୍ଭବ ହେବ ? [ଷ୍ଟିଲର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ =0·000011/°C] ମନେକର, ତାପମାତ୍ରା θ_1°C ହୋଇଥିବା ବେଳେ ସ୍କେଲ୍‌ଦ୍ୱାରା ଠିକ୍ 1 ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମପାଯିବା ସମ୍ଭବ ହେଉଛି ।

ଏଠାରେ, l_1= 1 ମିଟର=100 ସେ:ମି:

l_2=100·0165 ସେ:ମି: θ_2=15°C ଓ α = 0·000011 ।

(2) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ,

$$l_2 = l_1\{1+\alpha(\theta_2-\theta_1)\}$$

ବା, $100{\cdot}0165 = 100\{1+0{\cdot}000011(15-\theta_1)\}$

$= 100 + 0{\cdot}0011(15-\theta_1)$

ବା, $0{\cdot}0165 = 0{\cdot}0011(15-\theta_1)$

ବା, $15-\theta_1 = \dfrac{0{\cdot}0165}{0{\cdot}0011} = 15$

∴ $\theta_1 = 0°C$

∴ ଦଉସ୍କେଲଟି 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ମିଟର ସ୍କେଲର କାର୍ଯ୍ୟ ତୁଲାଇ ପାରିବ ।

(6) ଷ୍ଟିଲ୍‌ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ସ୍କେଲ ସାହାଯ୍ୟରେ 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ସଠିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମପାଯାଇ ପାରିବ । ତାପମାତ୍ରା 30°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଏହି ସ୍କେଲ ସାହାଯ୍ୟରେ ଦୁଇଟି ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ପରିମାଣ 2000 ଫୁଟ ବୋଲି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଗଲା । ଏହି ମାପରେ କେତେ ଭୁଲ ରହିଯାଇଛି ? [ଷ୍ଟିଲ୍‌ର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ =0·000011]

ସ୍କେଲଟି 15°Cରେ ସଠିକ ଦୂରତା ମାପି ପାରୁଥିବାରୁ, ଏହା 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଫୁଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ 1 ଫୁଟରୂପେ ମାପି ପାରୁଛି । 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ସ୍କେଲଟିରେ 1 ଫୁଟର ପ୍ରକୃତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ $\{1 \times 0{\cdot}000011(30-15)\}$ ଫୁଟ

ବା $\{1+0{\cdot}00011 \times 15\}$ ଫୁଟ ହୋଇଅଛି ।

∴ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ସ୍କେଲଦ୍ୱାରା ପ୍ରକୃତରେ ମପାଯାଇଥିବା ଦୈର୍ଘ୍ୟ $= 2000 \times \{1+0{\cdot}000011 \times 15\}$ ଫୁଟ

= 2000·33 ଫୁଟ ।

∴ ମାପରେ ତ୍ରୁଟି = (2000·33—2000) ଫୁଟ

= 0·33 ଫୁଟ ।

(7) ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ଲୌହର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଘଟିବା ପାଇଁ ଦୁଇଟି ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ରେଲଧାରଣା ମଧ୍ୟରେ କିଛି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଯଦି 10°C ତାପମାତ୍ରାରେ 66 ଫୁଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଲୌହ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ 0·5 ଇଞ୍ଚ ଲେଖାଏଁ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ରଖାଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତାପମାତ୍ରା କେତେହେଲେ ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ଧାରଣା ମଧ୍ୟରେ ଆଦୌ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ରହିବ ନାହିଁ ।

[ଲୌହର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $= 11 \times 10^{-6}$]

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ,

$$\alpha = \frac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$$

ମନେକର θ°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରୁଛନ୍ତି ।

ଏଠାରେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି$=0·5$ ଇଞ୍ଚ$= \frac{0·5}{12}$ ଫୁଟ

ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଧାରଣାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ$=66$ଫୁଟ ଓ $\alpha = 11 \times 10^{-6}$

$$\therefore\ 11 \times 10^{-6} = \frac{0·5/12}{66 \times (\theta - 10)}$$

ବା, $\theta - 10 = \frac{0·5 \times 10^6}{12 \times 66 \times 11} = 57·3$

ବା, $\theta = 67·3$°C ।

$\therefore$ ତାପମାତ୍ରା 67·3°C ହେବା ସମୟରେ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରିବେ ।

(8) 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ଗୋଲକର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ପରିମାଣ 100 ସେ:ମି: ହୋଇଛି । ଏହାର ତାପମାତ୍ରା 100°C ହେବା ସମୟରେ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 101 ସେ:ମି: ହୋଇଯାଇଛି । ଗୋଲକଟି ନିର୍ମିତ ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧରେ ବୃଦ୍ଧି ସୂଚାଇ ଦେବାଦ୍ୱାରା ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧିକୁ ହିଁ ବୁଝାଉଅଛି । ତେଣୁ ଆମକୁ ପ୍ରଥମେ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ ।

ଏଠାରେ, $l_1 = 100$ ସେ:ମି:, $l_2 = 101$ ସେ:ମି:

$\theta_1 = 0$°C ଓ $\theta_2 = 100$°C ।

ମନେକର, ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=\alpha$

(2) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ.

$l_2 = l_1\{1 + \alpha(\theta_2 - \theta_1)\}$

ବା $101 = 100\{1 + \alpha(100 - 0)\}$

ବା $101 = 100 + 10000\alpha$

$\therefore\ \alpha = \frac{1}{10000} = 0·0001$ ଡିଗ୍ରୀ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ପ୍ରତି

ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=3 \times \alpha$

$= 3 \times 0·0001$

$= 0·0003$

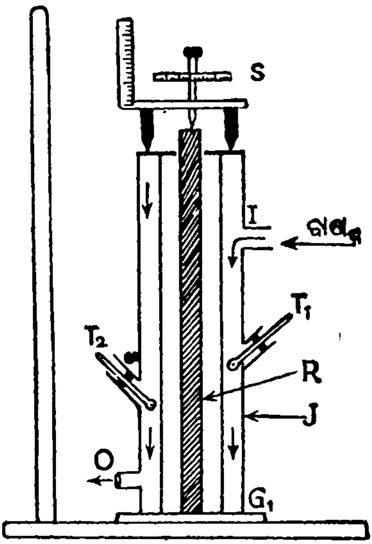
$\therefore$ ଗୋଲକଟି ନିର୍ମିତ ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=0·0003$ ।

29·6 ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାର ପଦ୍ଧତି :

ପୁଲିଞ୍ଜର୍‌ଙ୍କ ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା (By Pullinger's apparatus) :

ସାଧାରଣତଃ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କଠିନ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ପୁଲିଞ୍ଜର୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଥମେ ଉଦ୍ଭାବିତ ହୋଇଥିବା ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ଉପକରଣ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଯେଉଁ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମପାଯିବ, ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ସେହି ପଦାର୍ଥଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧିକୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ଉପକରଣରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଫେରୋମିଟର୍‌ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ସ୍କ୍ରୁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁଯାୟୀ ଏହା ପ୍ରସାରଣର ମୂଲ୍ୟକୁ ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଦିଏ ।

ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବ, ତାହାକୁ ଏହି ଉପକରଣରେ 50 ସେ:ମି: ବା ତତୋଽଧିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଛଡ଼ ଆକାରରେ ନିଆଯାଏ (ଚିତ୍ର 173) ।



(ଚିତ୍ର 173)

ଛଡ଼ଟିକୁ (R) ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତି ଦୋହରା କାନ୍ଥଯୁକ୍ତ ଆବରଣ (J)ର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ଆବରଣ ଓ ଛଡ଼ର ନିମ୍ନଦେଶକୁ ଗୋଟିଏ ମସୃଣ ସମତଳ ବିଶିଷ୍ଟ କାଚପଟା (G_1) ଉପରେ ରଖାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଉଭୟଙ୍କୁ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖାଯିବା ପାଇଁ ଆଧାରର (Clamp Stand) ଆୟୋଜନ କରାଯାଇଥାଏ । ଆବରଣଟିକୁ କମ୍ବଳ ବା ଆଜ୍‌ବେଷ୍ଟସ୍ ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରାଯାଏ । କାରଣ ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ତାପ ଆବରଣର ବାହ୍ୟ କାନ୍ଥ ବାଟେ ପଦାକୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ । ଆବରଣର ବାହ୍ୟ କାନ୍ଥର ଉପରଆଡ଼କୁ ଗୋଟିଏ ନଳୀ (I) ଲଗିଥାଏ । ଏହି ନଳୀବାଟେ ତାହାର ଦୋହରା କାନ୍ଥ ଭିତରେ ଥିବା ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନକୁ ବାଷ୍ପ ଛଡ଼ାଯାଏ । ଛଡ଼ଟି ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ । ବାଷ୍ପକୁ ପଦାକୁ ବାହାର କରି ଆଣିବା ଲାଗି ଆବରଣର ତଳଆଡ଼କୁ ତା'ର ବାହ୍ୟ କାନ୍ଥରେ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଗମ ନଳୀ (O) ଲାଗିଥାଏ । ଦୁଇଟି ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର (T_1 ଓ T_2) ବାହ୍ୟ ଆବରଣରେ ତିଆରି କରାଯାଇଥିବା ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ ଉପକରଣ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯାଏ । ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ ବାଷ୍ପ ପଦାକୁ ବାହାରି ନ ଆସିବା ଲାଗି ବାଷ୍ପରୋଧକ କର୍କଗୁଡ଼ିକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଆବରଣର ଉପରିଭାଗରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ମସୃଣ କାଚପଟା ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହି କାଚପଟାର କେନ୍ଦ୍ର ସ୍ଥଳରେ ଗୋଟିଏ ରନ୍ଧ୍ରଥାଏ ଏବଂ ଏହି ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ ଛଡ଼ର ଉପର ମୁଣ୍ଡଟା ପଦାକୁ ବାହାରିଥାଏ (S) । ଗୋଟିଏ ସ୍ଫେରୋମିଟର୍‌କୁ କାଚପଟା ଉପରେ ଏପରିଭାବରେ ରଖାଯାଇଥାଏ ଯେ, ତା'ର ଅଚଳ ଗୋଡ଼ଗୁଡ଼ିକ କାଚପଟା ଉପରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ଏବଂ ସଚଳ ଗୋଡ଼ଟି ଛଡ଼ର ଅଗ୍ରଭାଗକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରେ ।

ପ୍ରଥମେ ଛଡ଼ଟିକୁ ଉପକରଣ ଭିତରୁ ପଦାକୁ କାଢ଼ି ତା'ର ସଠିକ୍ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (l) ଗୋଟିଏ ମିଟର ସ୍କେଲ ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଏ । ତା' ପରେ ଛଡ଼ଟିକୁ ଉପକରଣରେ ଯଥାସ୍ଥାନରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ଥର୍ମୋମିଟର ଦୁଇଟିରୁ ତାପମାତ୍ରା ମପାଯାଏ । ଯଦି ଉଭୟଙ୍କର ପଠନରେ ଅମେଳ ଦେଖାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାର ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ପୂର୍ବରୁ ଛଡ଼ଟିର ସଠିକ୍ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ୍ ତାପମାତ୍ରା (θ_1) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ସ୍କ୍ରୁ ମୋଡ଼ି ସ୍ଫେରୋମିଟରର ସଚଳଗୋଡ଼ଟିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ନିମ୍ନଗାମୀ କରି ଦିଆଯାଏ ଯେ, ତାହା ଛଡ଼ର ଉପରିଭାଗକୁ ଠିକ୍ ଭାବରେ ସ୍ପର୍ଶ କରେ । ତତ୍‌ପରେ ସ୍କ୍ରୁ ମୋଡ଼ି ସଚଳ ଗୋଡ଼ଟିକୁ ଉପରକୁ ଟେକି ଦିଆଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ସଚଳ ଗୋଡ଼ର ମୁନିଆଁ ଅଗ୍ରଭାଗ ଓ ଛଡ଼ର ଉପରିଭାଗ ମଧ୍ୟରେ ସୃଷ୍ଟି କରଯାଇଥିବା ଦୂରତାର ପରିମାଣ ହିସାବଦ୍ୱାର ଅନାୟାସରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହା ପରେ ଆବରଣ ଭିତରକୁ ବାଷ୍ପ ଛଡ଼ାଯାଏ । ଥର୍ମୋମିଟର ଦୁଇଟି ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିବାରେ ଲାଗିଛି; ମାତ୍ର କିଛି ସମୟ ପରେ ଦୁଇଟିଯାକ ଥର୍ମୋମିଟରର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଆଉ ଉପରକୁ ନ ଉଠି ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହିଯାଏ । ଏପରି ଦେଖିବାର ପ୍ରାୟ 10 ମିନିଟ୍ ପରେ ଦୁଇଟିଯାକ ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରା ପଠିତ ହୁଏ ଏବଂ ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା (θ_2) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହା ଉତପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଛଡ଼ଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସୂଚାଇ ଦିଏ । ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ସାରିବା ପରେ ସ୍କ୍ରୁ ମୋଡ଼ି ସଚଳ ଗୋଡ଼ଟିକୁ ପୁନର୍ବାର ଏପରି ଭାବରେ ନିମ୍ନଗାମୀ କରଯାଏ ଯେ ତାହା ଛଡ଼ର ଉପରିଭାଗକୁ ଠିକ୍ ଭାବରେ ସ୍ପର୍ଶ କରେ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ସଚଳ ଗୋଡ଼ଟିକୁ କେତେବାଟ ନିମ୍ନଗାମୀ କରଗଲା, ତାହା ହିସାବଦ୍ୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଆଗରୁ ସଚଳ ଗୋଡ଼ର ମୁନିଆଁ ଅଗ୍ରଭାଗ ଓ ଛଡ଼ର ଉପରି ଭାଗ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଦୂରତାରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ହିସାବଦ୍ୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇଥିବା ଦୂରତାକୁ ବିୟୋଗ କରଯାଏ । ଏହି ବିୟୋଗଫଳ ଆମକୁ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧିର (x ସେ:ମି:) ପରିମାଣକୁ ସଠିକ ଭାବରେ ଜଣାଇ ଦିଏ ।

ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାର ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଗ୍ରହ କରଯାଏ । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $= l$ ସେ:ମି:

ଛଡ଼ର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି $= (\theta_2 - \theta_1)°C$ ଓ

ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି $= x$ ସେ:ମି: ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, ଦଢ଼ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ

$$= \frac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$$

$$\therefore \text{ଏଠାରେ } \alpha = \frac{x}{l(\theta_2 - \theta_1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେତୁ ବର୍ତ୍ତମାନ αର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ ।

କେତେକ କଠିନ ବସ୍ତୁର ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ସ୍କେଲ୍‌ରେ ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ :

ବସ୍ତୁର ନାମ	α	ବସ୍ତୁର ନାମ	α
ସୀସା	$29{\cdot}1\times10^{-6}$	ନିକେଲ	$12{\cdot}8\times10^{-6}$
ଜିଙ୍କ୍	$26{\cdot}3\times10^{-6}$	ପିଟାଲୁହା (Wrought iron) ନରମ ଷ୍ଟିଲ	$11{\cdot}9\times10^{-6}$
ଆଲୁମିନିୟମ	$25{\cdot}5\times10^{-6}$		
ଟିଣ	$21{\cdot}4\times10^{-6}$		
ପିତଳ	$18{\cdot}9\times10^{-6}$	ଢଳା ଲୁହା	$10{\cdot}2\times10^{-6}$
ତମ୍ବା	$16{\cdot}7\times10^{-6}$	ପ୍ଲାଟିନମ୍	$8{\cdot}9\times10^{-6}$
ନିକେଲଷ୍ଟିଲ (ଶତକଡ଼ା ୧୦ ଭାଗ ନିକେଲ)	$13{\cdot}0\times10^{-6}$	କାଚ	$7{\cdot}8\times10^{-6}$ ରୁ $9{\cdot}5\times10^{-6}$
		କାଠ	3×10^{-6}ରୁ5×10^{-6}
		ଇନ୍‌ଭର ବା ନିକେଲ ଷ୍ଟିଲ୍ (ଶତକଡ଼ା 36 ଭାଗ ନିକେଲ)	$0{\cdot}9\times10^{-6}$

29·7 ପୂରକ ଦୋଳକ (Compensated pendulum) :

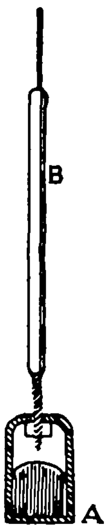
ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥଘଣ୍ଟା ବା ହାତଘଣ୍ଟା ସାହାଯ୍ୟରେ ସମୟର ପରିମାଣ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେଲେ ଆମକୁ କାନ୍ଥଘଣ୍ଟାର ଦୋଳକଟିକୁ ବା ହାତ ଘଣ୍ଟାର ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ର (Balance wheel)କୁ ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ମାଣ କରିବାକୁ ହେବ ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ସମୟରେ ପ୍ରସାରଣ ବା ସଙ୍କୋଚନ ଯୋଗୁଁ ସେଗୁଡ଼ିକର ଆକାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଦୋଳନ କାଳର (Time period of oscillation) ପରିମାଣ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିବ । ଗୋଟିଏ ଦୋଳକର ଆବୃତ୍ତି କାଳର ପରିମାଣ ତା'ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତେଣୁ କାନ୍ଥଘଣ୍ଟାରେ ଖଚିତ ହୋଇଥିବା ଦୋଳକକୁ ଏପରି ଭାବରେ ତିଆରି କରାଯିବ ଯେ ଦୈନନ୍ଦିନ ପାଗର ତାପମାତ୍ରାରେ ଅହରହ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିଲେହେଁ ଦୋଳକର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିମାଣ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିବ । ଘଣ୍ଟାରେ ବ୍ୟବହୃତ ଦୋଳକକୁ **ପୂରକ ଦୋଳକ** କୁହାଯାଏ ।

ବୈଜ୍ଞାନିକ ଗ୍ରାହାମ୍ ଏ ପୂରକ ଦୋଳକ ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ଏଥିରେ ପାରଦ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇ ଥିବାରୁ ଏହାକୁ ତାଙ୍କର ନାମାନୁସାରେ **ଗ୍ରାହାମ୍‌ଙ୍କ ପାରଦୀୟ ଦୋଳକ** କୁହାଯାଏ । ଗ୍ରାହାମ୍‌ଙ୍କ ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ହାରିସନ୍ ଏକ ଉନ୍ନତ ଧରଣର ଦୋଳକ ନିର୍ମାଣ କଲେ । ଏହାକୁ **ହାରିସନ୍‌ଙ୍କ ଗ୍ରିଡ୍‌ଲୌହ ଦୋଳକ** ବା ହାରିସନ୍‌ଙ୍କ ବହୁଦଣ୍ଡୀ ଗୋଳକ କୁହାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଉଭୟ ପ୍ରକାର ପୂରକ ଦୋଳକର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତି ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଉ ।

ଗ୍ରାହାମ୍‌ଙ୍କ ପାରଦୀୟ ଦୋଳକ (Graham's mercurial pendulum):

ଚିତ୍ର 174ରେ ଗ୍ରାହାମ୍‌ଙ୍କ ପାରଦୀୟ ଦୋଳକର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଢଳାଲୁହା (Cast iron)ରେ ନିର୍ମିତ ଏକ ସିଲିଣ୍ଡରକୁ (A) ସ୍କ୍ରୁ ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ

ଲୁହାଛଡ଼ (B) ସହ ସଯୁକ୍ତ କରଗଇ ଗ୍ରାହାମ୍ ପ୍ରଥମେ ଏପରି ଏକ ଦୋଳକ ନିର୍ମାଣ କରି-ଥିଲେ । ଆଜିକାଲି ଦୋଳକଟିକୁ ହାଲୁକା ଭବରେ ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ଲୁହାସିଲିଣ୍ଡର ବଦଳରେ ଗୋଟିଏ କାଚ ସିଲିଣ୍ଡର ବ୍ୟବହାର କରଯାଉଛି ।

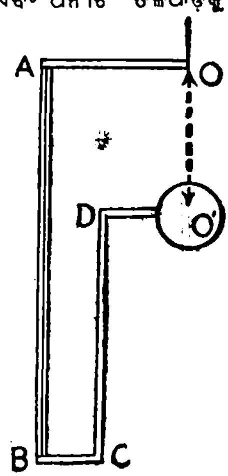


(ଚିତ୍ର 174)

ସିଲିଣ୍ଡର ଭିତରେ ଆବଶ୍ୟକ ପରିମାଣର ପାରଦ ରଖାଯାଇଥାଏ । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ଲୁହାଛଡ଼ଟି ତଳଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ ଏବଂ ସିଲିଣ୍ଡରରେ ଥିବା ପାରଦ ଉପରକୁ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ଗୁରୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ରଟି ସାମାନ୍ୟ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ । ସିଲିଣ୍ଡରଟି ଦୋଳକର ଦୋଳା ସଦୃଶ କାର୍ଯ୍ୟ ତୁଲାଏ । ସିଲିଣ୍ଡର ଭିତରେ ଉପଯୁକ୍ତ ପରିମାଣର ପାରଦ ରଖାଯାଇଥିବାରୁ ଛଡ଼ର ପ୍ରସାରଣ ତଳଆଡ଼କୁ ଯେତିକି ମାତ୍ରାରେ ବଢ଼ିଯାଏ, ପାରଦର ପ୍ରସାରଣ ଉପର ଆଡ଼କୁ ହେଉଥିବାରୁ ବବ୍ (Bob)ର ଗୁରୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ର ଉପର ଆଡ଼କୁ ସେତିକି ମାତ୍ରାରେ ଉଠିଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଦୋଳକର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିମାଣରେ (ଅର୍ଥାତ୍, ଛଡ଼ଟିକୁ ଝୁଲାଯାଇଥିବା ସ୍ଥାନଠାରୁ ବବ୍‌ର ଗୁରୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଦୂରତା) କୌଣସି ଅଦଳବଦଳ ଘଟେ ନାହିଁ । ଦୋଳକଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁଯାୟୀ କୌଣସି ଅଦଳବଦଳ ଘଟୁ ନ ଥିବାରୁ ତାହାର ଆବୃତ୍ତି କାଳର ପରିମାଣ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭବିତ ହୁଏ ନାହିଁ ।

ହ୍ୱାରସନ୍‌ଙ୍କ ଗ୍ରିଡ୍‌ଲୁହା ଦୋଳକ (Harrison's gridiron pendulum) :

ହାରିସନଙ୍କ ଗ୍ରିଡ୍‌ଲୁହା ଦୋଳକର ନମୁନା ଚିତ୍ର 175ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଦୋଳକଟିକୁ ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଧାତବ ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଦୁଇଟି ଛଡ଼ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏପରି ଭବରେ ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଥାଏ ଯେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ଛଡ଼ ଉପରକୁ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟଟି ତଳଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏପରି ହୋଇଥାଏ ଯେ ଗୋଟିଏ ଛଡ଼ର ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ଅନ୍ୟଛଡ଼ଟିର ନିମ୍ନ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ସହିତ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ଚିତ୍ରରେ AB ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ଷ୍ଟିଲ୍‌ଛଡ଼ ଏବଂ CD ଗୋଟିଏ ପିତଳଛଡ଼ । ଏହି ଛଡ଼ ଦୁଇଟିକୁ ଏପରି ଭବରେ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଇଛି ଯେ ଷ୍ଟିଲଛଡ଼ଟି ତଳଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇ ଯାଉଥିବା ସମୟରେ ପିତଳଛଡ଼ଟି ଉପର ଆଡ଼କୁ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥାଏ ଏବଂ ଛଡ଼ଦୁଇଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଏପରି ଭବରେ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରଯାଇଥାଏ । ତେଣୁ OO′ ଦୂରତାର ପରିମାଣରେ କୌଣସି ଅଦଳ ବଦଳ ଘଟେ ନାହିଁ । 'O' ହେଉଛି ଦୋଳକଟିକୁ ଝୁଲାଯାଇଥିବା ବିନ୍ଦୁ ଏବଂ O′ ହେଉଛି ବବ୍‌ର ଗୁରୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ର । ତେଣୁ OO′ ହେଉଛି ଦୋଳକଟିର କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ଦୈର୍ଘ୍ୟ । ସୁତରାଂ, ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁଯାୟୀ ଏପରି ଦୋଳକର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ ଏବଂ ଏହାର ଆବୃତ୍ତି କାଳର ପରିମାଣ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭବିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ପୂର୍ବକ ଦୋଳକରେ ଖଞ୍ଜା ହୋଇଥିବା



(ଚିତ୍ର 175)

ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଧାତବ ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଛଡ଼ଦୁଇଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ କିପରି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରଯାଇଥାଏ, ତାହା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ବୁଝି ହେବ ।

ମନେକର, $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ପୂରକ ଦୋଳକରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଷ୍ଟିଲ୍‌ଛଡ଼ ଓ ପିତଳଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ l_1 ଓ l_2 ହେଉଛି । ପୁଣି, ମନେକରଯାଉ ଯେ ଷ୍ଟିଲ ଓ ପିତଳ ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ α_1 ଓ α_2 । ଛଡ଼ ଦୁଇଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ $\theta°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଉ । ଉତପ୍ତ ହୋଇଯିବା ପରେ ଷ୍ଟିଲ୍ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ $l_1\alpha_1\theta$ ହୋଇଯିବ ଓ ପିତଳ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ $l_2\alpha_2\theta$ ହୋଇଯିବ ମାତ୍ର; ଏଠାରେ ଉଭୟଙ୍କର ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ସମାନ ରହୁଛି ।

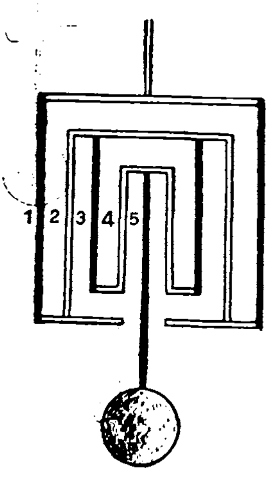
ତେଣୁ, $l_1\alpha_1\theta=l_2\alpha_2\theta$

$$\therefore \frac{l_1}{l_2}=\frac{\alpha_2}{\alpha_1} \quad\ldots\ldots\ldots 12$$

ବା, $\dfrac{\text{ଷ୍ଟିଲ୍‌ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ}}{\text{ପିତଳଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ}}=\dfrac{\text{ପିତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ}}{\text{ଷ୍ଟିଲ୍‌ର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ}}$

∴ ହାରିସନ୍‌ଙ୍କ ଗ୍ରିଡଲୁହା ପେଣ୍ଡୁଲମ୍‌ରେ ଷ୍ଟିଲ୍‌ଛଡ଼ ଓ ପିତଳଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଏପରି ଭବରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରଯାଇଥାଏ ଯେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଅନୁପାତ **ସେଗୁଡ଼ିକର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ (Inversely proportional)** ହୁଏ ।

ପ୍ରକୃତରେ ହାରିସନ ଯେଉଁ ପୂରକ ଦୋଳକଟିକୁ ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ ତହିଁରେ 5ଟି ଷ୍ଟିଲ୍‌ଛଡ଼ ଓ 4ଟି ପିତଳଛଡ଼ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିଲା । ଚିତ୍ର 176ରେ ଏପରି ଗୋଟିଏ ଦୋଳକର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏଥିରେ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଛଡ଼ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବାରୁ ଅନେକେ ଏହାକୁ ହାରିସନ୍‌ଙ୍କ ଗ୍ରିଡ ଲୁହା ଦୋଳକ ବୋଲି ନ କହି ବହୁଦଣ୍ଡୀ ଦୋଳକ ବୋଲି କହନ୍ତି । ଏହି ଗୋଲକର ବବ୍‌ଟିକୁ ମଧ୍ୟସ୍ଥଳରେ ଥିବା ଗୋଟିଏ ଷ୍ଟିଲ୍‌ଦଣ୍ଡ ସହିତ ସଯୁକ୍ତ କରଯାଏ ଏବଂ ଷ୍ଟିଲ୍‌ଦଣ୍ଡର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଦୁଇଟି ଲେଖାଏଁ ଷ୍ଟିଲ୍‌ଦଣ୍ଡ ଓ ଦୁଇଟି ଲେଖାଏଁ ପିତଳଦଣ୍ଡ ରହିଥାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ କିପରି ଭବରେ ସଯୁକ୍ତ, ତାହା ଚିତ୍ର 176ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏଠାରେ ସମସ୍ତ ପିତଳଦଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକର ଓ ସମସ୍ତ ଷ୍ଟିଲ୍‌ଦଣ୍ଡ ଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ମୋଟ ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଆମେ ମଧ୍ୟସ୍ଥଳରେ ଥିବା ଷ୍ଟିଲ ଛଡ଼ର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ଛଡ଼ଗୁଡିକୁ ହିସାବକୁ ନେଲେ ଚଳିବ, କାରଣ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱର ଆୟୋଜନ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଛି । ଏହା ଗୋଟିଏ ପୂରକ ଦୋଳକ-ରୂପେ କାର୍ଯ୍ୟ ତୁଲଇ ପାରୁଥିବାରୁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ତିନୋଟିଯାକ ଷ୍ଟିଲ ଛଡ଼ର (ଚିତ୍ରରେ 1, 3, 5 ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି) । ନିମ୍ନ ଆଡ଼କୁ ଘଟୁଥିବା ମୋଟ ପ୍ରସାରଣର ମୂଲ୍ୟ ଦୁଇଟିଯାକ ପିତଳ ଛଡ଼ର



(ଚିତ୍ର 176)

(ଚିତ୍ରରେ 2, 4 ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ଦିଆଯାଇଛି) ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଆଡ଼କୁ ଘଟୁଥିବା ମୋଟ ପ୍ରସାରଣର ମୂଲ୍ୟ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ମନେକର, 1, 3 ଓ 5 ରେ ସୂଚିତ ଷ୍ଟିଲ୍ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ l_1, l_3 ଓ l_5 ଏବଂ 2 ଓ 4 ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ପିତ୍ତଳଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ l_2 ଓ l_4 । ଏହା ଗୋଟିଏ ପୂରକ ଦୋଳକ ସଦୃଶ କାର୍ଯ୍ୟ ତୁଲାଇବା ପାଇଁ (12) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ନିମ୍ନଲିଖିତରୂପେ ତିନୋଟିଯାକ ଷ୍ଟିଲ ଛଡ଼ର ମୋଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଓ ଦୁଇଟିଯାକ ପିତ୍ତଳଛଡ଼ର ମୋଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରି ଦିଆଯାଇଥାଏ ।

$$\frac{l_1+l_3+l_5}{l_2+l_4} = \frac{\text{ପିତ୍ତଳ ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ}}{\text{ଷ୍ଟିଲ୍‌ର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ}}$$

ବା, $$\frac{l_1+l_3+l_5}{l_2+l_4} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \quad \ldots\ldots\ldots \; 13$$

ଯଦି ବହୁଦଣ୍ଡୀ ଗୋଲକଟିରେ ନିଆଯାଇଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲୁହା ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_1 ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପିତ୍ତଳ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_2 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ 13 ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ଜଣା ପଡ଼ୁଛି ଯେ

$$\frac{3l_1}{2l_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \quad \ldots\ldots\ldots \; 14$$

ଯଦି ଗୋଟିଏ ବହୁଦଣ୍ଡୀ ଦୋଳକରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ସମସ୍ତ ଷ୍ଟିଲ୍ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ରଖିବା ପାଇଁ ଓ ସମସ୍ତ ପିତ୍ତଳଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ରଖିବାପାଇଁ ସ୍ଥିର କରାଯାଏ ଏବଂ ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରି ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ 14 ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ଅପର ପ୍ରକାର ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇପାରିବ । ମନେକର, l_1 ର ମୂଲ୍ୟ 100 ସେ:ମି: ରୂପେ ସ୍ଥିର କରାଗଲା । କିନ୍ତୁ $\alpha_1 = 0{\cdot}000012$ ଓ $\alpha_2 = 0{\cdot}000019$ । ତେଣୁ, 14 ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ବର୍ତ୍ତମାନ l_2 ର ମୂଲ୍ୟ ନିମ୍ନୋକ୍ତଭାବେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେବ :

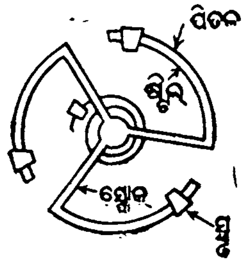
$$\frac{3 \times 100}{2 \times l_2} = \frac{0{\cdot}000019}{0{\cdot}000012}$$

$$\therefore l_2 = \frac{3 \times 100 \times 0{\cdot}000012}{2 \times {\cdot}000019} = \frac{1800}{19}$$

$$= 94{\cdot}7 \text{ ସେ:ମି:}$$

29.8 ହାତଘଣ୍ଟାର ପୂରକ ସଂତୁଳନ ଚକ୍ର (Compensated balance wheel of a watch) :

ହାତଘଣ୍ଟାରେ ଘଣ୍ଟା କଣ୍ଟା ଓ ମିନିଟ୍ କଣ୍ଟାର ଗତି ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ରର ଗତି ଅନୁଯାୟୀ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ଚକ୍ରର ଆବୃତ୍ତି କାଳ, ଏହାର ବ୍ୟାସ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ସାଧାରଣତଃ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ଦ୍ୱାରା ଏହି ଚକ୍ରର ବ୍ୟାସ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ, ତେଣୁ ଏହାର ଆବୃତ୍ତି କାଳର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଯାଏ । ଏଥିଯୋଗୁ ଖରାଦିନେ ଘଣ୍ଟାରେ ଥିବା କଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକର ଗତି ଦ୍ରୁତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଶୀତଦିନେ ଏଗୁଡ଼ିକରେ ଗତି ମନ୍ଥର ହୋଇଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 177)

ଏହି ଘଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକରୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଋତୁରେ ସମୟର ପରିମାଣ ଠିକ୍‌ଭାବରେ ଜାଣି ପାରିବା ପାଇଁ ଏଥିରେ ଥିବା ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ରର ପ୍ରସ୍ତୁତୀକରଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଏ । ଏହି ଚକ୍ରର ପରିଧିକୁ ଏକ ଧାତବ ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଫିତା ସାହାଯ୍ୟରେ ତିଆରି କରାଯାଏ ନାହିଁ । ଏଥିପାଇଁ ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥିବା ଦୁଇଟି ଧାତବ ଫିତା ନିଆଯାଏ ଏବଂ ଉଭୟଙ୍କୁ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଇ ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ର ଫିତା (Composite Strip) ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଏ । ମିଶ୍ର ଫିତାଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଚକ୍ରଟିକୁ ନିର୍ମାଣ କରାଯିବା ସମୟରେ ଅଧିକ ପ୍ରସାରଣକ୍ଷମ ଫିତାଟିକୁ ଚକ୍ରର ପରିଧିରେ ବାହ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ପ୍ରସାରଣକ୍ଷମ ଫିତାଟିକୁ ଚକ୍ରର ପରିଧିରେ ଭିତର ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ରଖାଯାଏ । ଚକ୍ରଟିକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯିବା ସମୟରେ ତାହାକୁ ଚିତ୍ର 177ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ତିନୋଟି ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭାଗର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଗୋଟିଏ ସ୍ପୋକ୍ ଦ୍ୱାରା ଚକ୍ରର କେନ୍ଦ୍ର ସହିତ ଯୋଗ କରାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭାଗର ଅପର ପ୍ରାନ୍ତଟିକୁ ଗୋଟିଏ ସ୍କ୍ରୁ ଭିତର ଦେଇ ପଦାକୁ କାଢି ନିଆଯାଇଥାଏ । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭାଗର ଏହି ପ୍ରାନ୍ତଟି ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ ।

ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ସ୍ପୋକ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇ ଯାଆନ୍ତି । ଏଥିଯୋଗୁଁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ ସ୍କ୍ରୁଗୁଡ଼ିକ ଦୂରେଇ ଯିବାକୁ ପ୍ରବୃତ୍ତ ହୁଅନ୍ତି ମାତ୍ର; ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ହେତୁ ମିଶ୍ର ଫିତାଟି ମଧ୍ୟ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ବାହ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଅଧିକ ପ୍ରସାରଣକ୍ଷମ ଫିତାଟିକୁ ରଖାଯାଇଥିବାରୁ ଚକ୍ରର ପରିଧିର ବକ୍ରତା ବଢ଼ିଯାଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ, ସ୍କ୍ରୁଗୁଡ଼ିକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କେନ୍ଦ୍ରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବାକୁ ପ୍ରବୃତ୍ତ ହୁଅନ୍ତି । ମାତ୍ର ଚକ୍ରଟିରେ ମିଶ୍ର ଫିତାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଭାଗର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ସ୍କ୍ରୁଗୁଡ଼ିକର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇଥାଏ ଯେ ସ୍ପୋକ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରସାରଣ ଯୋଗୁଁ ସ୍କ୍ରୁଗୁଡ଼ିକ କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ ଯେତିକି ପରିମାଣରେ ଦୂରେଇ ଯିବାକୁ ପ୍ରବୃତ୍ତ ହୁଅନ୍ତି, ମିଶ୍ର ଫିତାର ପ୍ରସାରଣ ହେତୁ ପରିଧିର ବକ୍ରତାର ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବାରୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ସେତିକି ପରିମାଣରେ କେନ୍ଦ୍ରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବାକୁ ପ୍ରବୃତ୍ତ ହୁଅନ୍ତି । ତେଣୁ, ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଲେ ମଧ୍ୟ ସ୍କ୍ରୁ ଠାରୁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କେନ୍ଦ୍ରର ଦୂରତା ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ । ଅର୍ଥାତ୍, ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ରର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ପରିମାଣ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦ୍ୱାରା ବଦଳିଯାଏ ନାହିଁ । ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଉଥିବା ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ରଗୁଡ଼ିକୁ ପୂରକ ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ର କହନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ଏପରି ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ର ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଷ୍ଟିଲ୍‌ଫିତା ଓ ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ଫିତାକୁ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଇ ମିଶ୍ର ଫିତାଟିକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଏ ଏବଂ ପିତ୍ତଳଫିତାଟି ଚକ୍ରର ପରିଧିରେ ବାହ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ରହିଯାଏ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଗୋଟିଏ ବହୁଦଣ୍ଡୀ ଦୋଳକରେ 4ଟି ପିତ୍ତଳଛଡ଼ ଓ 5ଟି ଲୁହାଛଡ଼ ଲାଗିଛି । ଯଦି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପିତ୍ତଳ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 50 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସମଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲୁହା ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ଲୁହାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $= 11 \cdot 7 \times 10^{-6}$ ଓ ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $= 18 \cdot 7 \times 10^{-6}$]

ମନେକର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲୁହା ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_1 ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପିତ୍ତଳ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l_2 । ଯଦି ଲୁହା ଓ ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ α_1 ଓ α_2 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ (14) ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ

$$\frac{3l_1}{2l_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}$$

ଏଠାରେ, $l_2 = 50$ ସେ:ମି:, $\alpha_2 = 18{\cdot}7 \times 10^{-6}$ ଓ $\alpha_1 = 11{\cdot}7 \times 10^{-6}$

$$\therefore \quad \frac{3l_1}{2 \times 50} = \frac{18{\cdot}7 \times 10^{-6}}{11{\cdot}7 \times 10^{-6}}$$

ବା, $l_1 = \dfrac{18{\cdot}7 \times 2 \times 50}{11{\cdot}7 \times 3} = 53{\cdot}3$ ସେ:ମି:

ବହୁଦଣ୍ଡୀ ଦୋଳକରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲୁହାଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 53·3 ସେ:ମି: ।

(2) ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥ ଘଣ୍ଟାର ଦୋଳକଟିକୁ ପିତଳ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଛି । 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ଘଣ୍ଟାଟି ସମୟର ମୂଲ୍ୟ ସଠିକ ଭାବରେ ମାପି ପାରୁଛି । 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ଘଣ୍ଟାଟି ଦିନକ ମଧ୍ୟରେ କେତେ ସମୟ ହରାଇବ ? [ପିତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $= 1{\cdot}9 \times 10^{-5}$]

ମନେକର, 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଦୋଳକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $= l_1$ ଓ 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଦୋଳକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ $= l_2$

$\therefore$ (2) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ, $l_2 = l_1\{1 + 1{\cdot}9 \times 10^{-5}(20 - 15)\}$

$= l_1\{1 + 1{\cdot}9 \times 10^{-5} \times 5\}$

$= l_1 \times 1{\cdot}000095$ ..(15)

ମନେକର, 15°C ଓ 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଦୋଳକଟିର ଆବୃତ୍ତିକାଳର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ T_1 ଓ T_2 ହେଉଛି । ସରଳ ଦୋଳକର ନିୟମାନୁଯାୟୀ.

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \text{ ଓ } T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$$

$$\therefore \quad \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = \sqrt{\frac{1}{1{\cdot}000095}} \text{ [15 ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ]}$$

$$= \left(\frac{1}{1 + 0{\cdot}000095}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= (1 + 0{\cdot}000095)^{-\frac{1}{2}}$$

$$= \{1 - \tfrac{1}{2} \times 0{\cdot}000095\} = 1 - 0{\cdot}0000475 \ldots (16)$$

1 ଦିନ $= 86400$ ସେକେଣ୍ଡ ।

ତେଣୁ, 15° ତାପମାତ୍ରାରେ ଦିନକ ମଧ୍ୟରେ ଦୋଳକଟି $\dfrac{86400}{T_1}$ ପରିମାଣର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ (Complete oscillation) ସମାପନ କରୁଛି ।

$$\therefore N_1 = \frac{86400}{T_1}$$

ସେହିପରି 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଦୋଳକଟି ସମାପନ କରୁଥିବା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନର ମୂଲ୍ୟ $= N_2 = \dfrac{86400}{T_2}$ ।

$15°C$ ତାପମାତ୍ରାର ଘଣ୍ଟାଟି ସମୟର ମୂଲ୍ୟ ଠିକ୍ ଭବରେ ମାପୁଥିବାରୁ, $T_1=2$ ସେକେଣ୍ଡ ।

$$\therefore N_1=\frac{86400}{2}=43200$$

$20°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ,

$$N_2=\frac{86400}{T_2}$$

$$=\frac{86400}{T_1}(1-0\cdot0000475)$$ [16 ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ]

$=43200(1-0\cdot0000475)$ [$\therefore T_1=2$ ସେକେଣ୍ଡ]

∴ ଦିନକ ଭିତରେ ଘଣ୍ଟାଟି ହଗଉଥିବା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଘୂର୍ଣ୍ଣର ମୂଲ୍ୟ$=N_1-N_2$

$=43200-\{43200(1-0\cdot0000475)\}$

$=43200\times0\cdot0000475$

$=2\cdot05$

∴ ଦିନକ ଭିତରେ ଘଣ୍ଟାଟି $(2\cdot05\times2)$ ସେକେଣ୍ଡ ବା $4\cdot1$ ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ହଗଉଛି ।

(3) ଲୁହା ଦୋଳକ ଖଚିତ ହୋଇଥିବା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଘଣ୍ଟା ଦିନକ ଭିତରେ 86405 ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ ସମାପନ କରି ପାରୁଛି । ମାତ୍ର ତତ୍‌ପରଦିନ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ, ସେହି ଘଣ୍ଟାଟି ଦିନକ ଭିତରେ 10 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ହଗଉଛି । ଦୁଇଦିନ ମଧ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଲୌହର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=0\cdot0000117$]

1 ଦିନ$=86400$ ସେକେଣ୍ଡ

∴ ପ୍ରଥମ ଦିନ ଦୋଳକଟିର ଆବୃତ୍ତି କାଳର ପରିମାଣ$=T_1=\frac{86400}{86405}$ ସେକେଣ୍ଡ

ସେହିପରି, ଦ୍ୱିତୀୟ ଦିନ ଦୋଳକଟିର ଆବୃତ୍ତି କାଳର ପରିମାଣ$=T_2=\frac{86400}{(86405-10)}$

$=\frac{86400}{86395}$ ସେକେଣ୍ଡ ।

ମନେକର, ଆବୃତ୍ତି କାଳର ପରିମାଣ T_1 ଓ T_2 ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଦୋଳକଟିର କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ମୂଲ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ l_1 ଓ l_2 ।

∴ ସରଳ ଦୋଳକର ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$$\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

ଯଦି ଦୁଇଦିନ ମଧ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ θ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ (2) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$l_2=l_1\{1+0\cdot0000117\theta\}$$

ବା, $$\frac{l_1}{l_2}=\frac{1}{1+0\cdot0000117\theta}\quad\cdots\cdots\ (17)$$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{1+0{\cdot}0000117\theta}} \quad \text{[17 ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ]}$$

$$= (1+0{\cdot}0000117\theta)^{-\frac{1}{2}}$$

$$= 1 - \tfrac{1}{2} \times 0{\cdot}0000117\theta$$

$$\therefore \frac{86395}{86405} = 1 - \tfrac{1}{2} \times 0{\cdot}0000117\theta$$

ବା, $\frac{1}{2} \times 0{\cdot}0000117\theta = 1 - \frac{86395}{86405} = \frac{10}{86405}$

$$\therefore \theta = \frac{10 \times 2}{86405 \times 0{\cdot}0000117} = 19{\cdot}7°C$$

∴ ଦ୍ୱିତୀୟ ଦିନର ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରଥମ ଦିନ ଅପେକ୍ଷା 19·7°C ଅଧିକ ହୋଇଛି ।

ସାରାଂଶ

ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (α) : ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ ପ୍ରତି 1° ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ କୌଣସି ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କହନ୍ତି ।

$$\therefore \quad \alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)} \text{ ବା } l_2 = l_1\{1 + \alpha\ (\theta_2 - \theta_1)\}$$

କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (β) : ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରତି 1° ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ କୌଣସି ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କହନ୍ତି ।

$$\beta = \frac{S_2 - S_1}{S_1(\theta_2 - \theta_1)} \text{ ବା } S_2 = S_1\{1 + \beta(\theta_2 - \theta_1)\}$$

ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (β) : ତାପମାତ୍ରାରେ 1° ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ କୌଣସି ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆୟତନରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନ ପାଇଁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରସାରଣକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କହନ୍ତି ।

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)} \text{ ବା } V_2 = V_1\{1 + \gamma(\theta_2 - \theta_1)$$

ବିବିଧ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ :

$\beta = 2\alpha$ ଓ $\gamma = 3\alpha$

$$\therefore \alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$$

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ (କ) ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଏକକ ଓ (ଖ) ତାପମାତ୍ରା ମାପର ସ୍କେଲ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ କି ?

   ଆଲ୍ଲାହାବାଦ ରେଳଷ୍ଟେସନ ଓ ଦିଲ୍ଲୀ ରେଳଷ୍ଟେସନ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା 390 ମାଇଲ । ଯଦି ଶୀତ ଋତୁରେ ସର୍ବନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରା 36°F ଓ ଗ୍ରୀଷ୍ମ ଋତୁରେ ସର୍ବାଧିକ ତାପମାତ୍ରା 117°F ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଲୌହ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ମୋଟ କେତେ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଛଡ଼ାଯାଇ ରେଳପଥ ନିର୍ମାଣ କରଯିବ ? [ଲୌହର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=0·000012°C ପ୍ରତି] (ଉ: 0·2084 ମାଇଲ)

2. ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ, କ୍ଷେତ୍ରୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଓ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥାପନ କର । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ପୁଲିଞ୍ଜର୍ ଉପକରଣଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ? ଚିତ୍ର ସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର । 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବାଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 150 ସେ:ମି: ହୋଇଛି । ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ କେତେ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଏହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 2 ମି:ମି: ବଢ଼ିଯିବ ? [ତମ୍ବାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=0·000017°C ପ୍ରତି] (ଉ: 79·8°C)

3. ପୂରକ ଦୋଳକର ଅର୍ଥ କ'ଣ ? ହାରିସନଙ୍କ ଗ୍ରିଡ୍ ଲୁହା ଦୋଳକ ସମ୍ପର୍କରେ ଚିତ୍ର ସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

   ଗୋଟିଏ ଗ୍ରିଡ୍ ଲୁହା ଦୋଳକରେ 5ଟି ଲୁହା ଛଡ଼ ଓ 4ଟି ପିତ୍ତଳ ଛଡ଼ ଲଗିଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପିତ୍ତଳ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଯଦି 50 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସମଦୈର୍ଘ୍ୟବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲୁହା ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ? [ଲୁହାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=0·000012 ଏବଂ ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ =0·000018°C ପ୍ରତି] (ଉ: 50 ସେ:ମି:)

4. ହାତ ଘଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକରେ ପୂରକ ସନ୍ତୁଳନ ଚକ୍ର କାହିଁକି ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ ? ଏପରି ଚକ୍ରର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତି ସମ୍ପର୍କରେ ଚିତ୍ରସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ଦିଅ ।

   ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥ ଘଣ୍ଟାରେ ଖଚିତ ହୋଇଥିବା ଲୁହା ଦୋଳକଟି ତାପମାତ୍ରା 0°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ସମୟର ମୂଲ୍ୟ ଠିକ୍ ଭାବରେ ମାପି ପାରୁଛି । ଯଦି ତାପମାତ୍ରାକୁ 31°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଘଣ୍ଟାଟି ଦିନକ ମଧ୍ୟରେ କେତେ ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ହରାଇବ ? [ଲୌହର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=0·000012] (ଉ: 16 ସେକେଣ୍ଡ)

5. ଏପରି କାହିଁକି ଘଟେ ?

   (କ) ଦୁଇଟି ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ରେଳ ଧାରଣା ମଧ୍ୟରେ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ରଖାଯାଇଥାଏ ।

   (ଖ) ଗୋଟିଏ ମୋଟା କାନ୍ଥବାଲା କାଚଗିଲାସ ଭିତରେ ଗରମ ପାଣି ପୂରାଇ ଦେଲେ, ତାହା ଫାଟିଯାଏ ।

(ଗ) ତମ୍ବା ତାର ଅପେକ୍ଷା ପ୍ଲାଟିନମ ତାରକୁ କାଚନଳୀ ଦେହରେ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ କରାଯିବା ସହଜ ହୋଇଥାଏ ।

(ଘ) ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଲୁହା ପୋଲର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତ ଦେଶକୁ ରୋଲର ଉପରେ ରଖାଯାଇଥାଏ ।

6. ଲୁହାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=0{\cdot}000012/0°C$ । ଏହି ବାକ୍ୟଟିର ଅର୍ଥ କ'ଣ ?
 $15°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ଲୁହା ହାଲର ବ୍ୟାସ $99{\cdot}8$ ସେ:ମି: । କେତେ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ହାଲଟିକୁ 100 ସେ:ମି: ବ୍ୟାସବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଠ ଚକର ବେଢ଼ା ଉପରେ ପକାଯାଇ ପାରିବ ? (ଲୁହାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=0000012/°C$) (ଉ: $167°C$)

7. $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥ ଘଣ୍ଟାରେ ଖଚିତ ହୋଇଥିବା ଦୋଳକଟି ସମୟର ମୂଲ୍ୟ ଠିକ୍ ଭାବରେ ମାପି ପାରୁଛି । $20°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ଘଣ୍ଟାଟି ଦିନକ ମଧ୍ୟରେ 16 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ହରାଉଅଛି । ପିତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (ଉ: $0{\cdot}0000185°C$)

8. ତାପମାତ୍ରାର $35°F$ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ରେଳପଥ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇଛି ।
 ଏହି ରେଳପଥକୁ ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ 39 ଫୁଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟବିଶିଷ୍ଟ ଲୁହାଧାରଣା-ଗୁଡ଼ିକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଛି । ରେଳଧାରଣାଗୁଡ଼ିକୁ ବିଛାଇବା ସମୟରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ଲୁହାଧାରଣା ମଧ୍ୟରେ କେତେ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଛଡ଼ାଗଲେ $120°F$ ତାପମାତ୍ରାର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ରେଳଧାରଣା ଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରିବେ ? [ଲୁହାର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=12\times10^{-6}/°C$] (ଉ: 0.021 ଫୁଟ)

9. $20°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ଜିଙ୍କ୍ ସ୍କେଲ ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯିବାରୁ ଗୋଟିଏ କାଚ ଛଡ଼ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 1 ମିଟର ହେଉଛି । ଯଦି ଜିଙ୍କ୍ ସ୍କେଲଟି $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ କାଚଛଡ଼ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ? [କାଚ ଓ ଜିଙ୍କ୍‌ର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ $8\times10^{-6}/°C$ ଓ $26\times10^{-6}/°C$]

10. 820 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱବିଶିଷ୍ଟ ଓ 100 ଘନ ସେ:ମି: ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପିତଳ ଗୋଲକର ତାପମାତ୍ରାକୁ $0°C$ ଠାରୁ $500°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଉ । ଯଦି ପିତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ $0{\cdot}000018/°C$ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ପିତଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ $500°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ପିତଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
(ଉ: $0{\cdot}216$ ଗ୍ରାମ୍/ଘନ ସେ:ମି:)

୩୦ଶ ଅଧ୍ୟାୟ

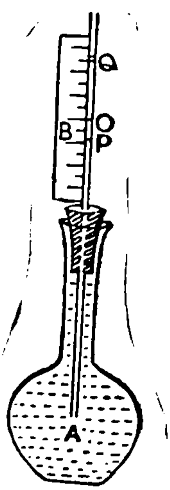
ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣ

Expansion of liquid

30.1 ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ଓ ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ (Real and apparent expansion of a liquid) :

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ନିଜସ୍ୱ ଆକାର ନାହିଁ । ତାହା ଯେଉଁ ପାତ୍ରରେ ରହେ, ସେହି ପାତ୍ରର ଆକାର ଧାରଣ କରେ । ତେଣୁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଘଟେ । ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ବେଳେ ପାତ୍ରଟି ମଧ୍ୟ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଆମକୁ କୌଣସି ଏକ ପାତ୍ରରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣ ଯେତିକି ମାତ୍ରାରେ ହୋଇଥିବା ପରି ଜଣାପଡ଼େ, ତାହା ତାର ପ୍ରକୃତ ପ୍ରସାରଣ ନୁହେଁ । ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣକୁ ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ କହନ୍ତି ଏବଂ ପ୍ରକୃତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ଯେତିକି ମାତ୍ରାରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ତାର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ କହନ୍ତି ।

ଗୋଟିଏ ରଙ୍ଗିନ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କାଚ ଫ୍ଲାସ୍କର ମୁହଁକୁ ଏକ ରନ୍ଧ୍ରବିଶିଷ୍ଟ ଠିପିଦ୍ୱାରା ନିବୁଜ କରି ବନ୍ଦକରି ଦିଆଯାଉ । ତତ୍ପରେ ଗୋଟିଏ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ (B) ଲଗାଇ ଦିଆଯାଉ ।



(ଚିତ୍ର 178)

ବର୍ତ୍ତମାନ ହଠାତ୍ କାଚ ଫ୍ଲାସ୍କଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ ରଖାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ କାଚ ପାତ୍ର ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଉ । ଏପରି କଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ କାଚ ନଳୀ ଭିତରେ ରଙ୍ଗିନ ଜଳର ପତନ ପ୍ରଥମେ 'O' ଠାରୁ 'P' ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତଳକୁ ଖସି ଆସିବ ଏବଂ ପରେ ନଳୀଭିତରେ ଜଳ ପତନ କ୍ରମଶଃ ଉପରକୁ ଉଠି ଶେଷକୁ θ ଠାରେ ସ୍ଥିରଅବସ୍ଥାରେ ରହିଯିବ । ଏପରି ଘଟିବାର କାରଣ ଫ୍ଲାସ୍କର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ପ୍ରଥମେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିବାରୁ ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ପ୍ରସାରିତ ହେଉଛି ।

ଅର୍ଥାତ୍, ଫ୍ଲାସ୍କର ଆକାର ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହୋଇଯାଉଛି । ତେଣୁ ନଳୀ ଭିତରୁ ଜଳ ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରକୁ ଚାଲିଆସୁଛି ଏବଂ ଏତଦ୍ୱାରା ନଳୀ ଭିତରେ ରଙ୍ଗିନ ଜଳର ପତନ 'O' ଠାରୁ P ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତଳକୁ ଖସି ଆସୁଛି । ମାତ୍ର ପରେ ଫ୍ଲାସ୍କ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ରଙ୍ଗିନ ଜଳ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳଠାରୁ ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ଉତ୍ତପ୍ତ ହେଉଛି । ଏତଦ୍ୱାରା ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଛି । ତେଣୁ ନଳୀ ଭିତରେ P ଠାରୁ କ୍ରମଶଃ ଜଳ ପତନ ଉପରକୁ ଉଠୁଛି ଏବଂ ଶେଷକୁ ଏହା Q ଠାରେ ସ୍ଥିରଅବସ୍ଥାରେ ରହୁଛି । କିନ୍ତୁ ବାସ୍ତବ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଜଣାପଡ଼େ ଯେ ରଙ୍ଗିନ ଜଳ

ସମଛିଦ୍ରଯୁକ୍ତ ନଳୀ ଭିତରେ OQ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଇଛି । ଏପରି ଜଣା-ପଡ଼ିବାର କାରଣ ରଙ୍ଗିନ ଜଳ ତୁଳନାରେ କାଚର ପ୍ରସାରଣର ପରିମାଣ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ଏବଂ ରଙ୍ଗିନ ଜଳ ଅତିଶୀଘ୍ର ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ ।

ଏଠାରେ ନଳୀର OP ଅଂଶ ଭିତରେଥିବା ଜଳର ଆୟତନକୁ ମାପିଦେଲେ ଆମେ ଫ୍ଲାସ୍କର ଆୟତନରେ ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣକୁ ମାପି ଦେଇ ପାରିବା । ନଳୀର PQ ଅଂଶ ଭିତରେ ଥିବା ଜଳର ଆୟତନକୁ ମାପିଦେଲେ ଆମେ ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରେ ଥିବା ରଙ୍ଗିନ ଜଳର ଆୟନତରେ ବାସ୍ତବିକ ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରାକୁ ମାପିଦେଇ ପାରିବା ଏବଂ ନଳୀର OQ ଅଂଶ ଭିତରେ ଥିବା ଜଳର ଆୟତନକୁ ମାପିଦେଲେ ଆମେ ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରାକୁ ମାପିଦେଇ ପାରିବା । ନଳୀଟି ସମଛିଦ୍ରଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବାରୁ ତାର ଯେକୌଣସି ଅଂଶର ଆୟତନ ସେହି ଅଂଶର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ । ଏଠାରେ ତୁଳନାତ୍ମକ ଭବରେ ଆୟତନର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉଥିବାରୁ ଆୟତନକୁ ହିସାବକୁ ନ ନେଇ ଅନୁରୂପ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିମାଣକୁ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ବିବିଧ ପ୍ରସାରଣଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ତୁଳନାମକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ କୌଣସି ଭୁଲ ହେବ ନାହିଁ ।

ଚିତ୍ର 178ରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ, $PQ = OP + OQ$

$\therefore$ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ = ଆଧାରର ପ୍ରସାରଣ + ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ।

30·2 ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (Co-efficient of apparent expansion of liquid)

ତାପମାତ୍ରାରେ $0°C$ ଠାରୁ $1°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନପାଇଁ ଆଭସୀ ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣକୁ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର **ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ** କୁହାଯାଏ । ପରିଲକ୍ଷିତ ହେଉଥିବା ବୃଦ୍ଧି ହିଁ ଏଠାରେ ଆଭସୀ ବୃଦ୍ଧି ।

ମନେକର, $0°C$ରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ $= V_0$ ଘନ ସେ:ମି:

$\theta°C$ରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ଆୟତନ $= V_0 + v$ ଘନ ସେ:ମି:

$\theta°C$ରେ ତରଳପଦାର୍ଥର ବର୍ଦ୍ଧିତ ଆଭସୀ ଆୟତନ

$= (V_0 + v) - V_0 = v$ ଘନ ସେ:ମି:

$\theta°C$ରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଏକକ ଆୟତନ ପ୍ରତି ବର୍ଦ୍ଧିତ ଆଭସୀ

ଆୟତନ $= \dfrac{v}{V_0}$

$\therefore$ $0°C$ରୁ $1°C$ ମଧ୍ୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଏକକ ଆୟତନ ପ୍ରତି ବର୍ଦ୍ଧିତ ଆଭସୀ ଆୟତନ $= \dfrac{v}{V_0\theta} = \gamma'$ (ମନେକର)

ତାହାହେଲେ $\gamma' = \dfrac{v}{V_0\theta}$ = ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ।

ତାପମାତ୍ରା ମାପର ସ୍କେଲ ବଦଳିଗଲେ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ବଦଳି ଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର କଠିନବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପାତ୍ର ବ୍ୟବହାର କଲେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ବଦଳି ଯାଏ । ଯଦି କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ ସ୍କେଲରେ ମପାଯାଇଥାଏ ତାହାହେଲେ ତାହାକୁ $\frac{5}{9}$ ଦ୍ୱାରା ଗୁଣି ଦିଆଯାଇ ଫାରେନ୍‌ହିଟ ସ୍କେଲରେ ତାର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ବିଶେଷ ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ :

ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମପା ଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା 0°C ନ ହୋଇଥିଲେ ମପାଯାଇଥିବା ପ୍ରସାରଣଗୁଣାଙ୍କକୁ ହାରାହାରି ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କହନ୍ତି, ଏହା ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଶେଷ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ହାରାହାରି ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କକୁ ସୂଚାଇଥାଏ । 0°C ତାପମାତ୍ରା ଠାରୁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଯାଇ ମପା ଯାଇଥିବା ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ଓ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ଠାରୁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଯାଇ ମପା ଯାଇଥିବା ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ବିଶେଷ ପାର୍ଥକ୍ୟ ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ପ୍ରାମାଣିକ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକରୁ ଏହା ଜଣା ପଡ଼ିଛି ।

θ_1°C ଓ θ_2°C ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ହାରାହାରି ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର :

ମନେକର ତାପମାତ୍ରା θ_1°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ V_1 ଏବଂ θ_2°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ଆୟତନ V_2 । ଏଠାରେ $\theta_2 > \theta_1$ ।

ତେଣୁ, ତାପମାତ୍ରାରେ $(\theta_2-\theta_1)$°C ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ (V_2-V_1) ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଛି ।

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ $(\theta_2-\theta_1)$°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ଦ୍ୱାରା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନ ପାଇଁ ପ୍ରସାରଣ $= \frac{V_2-V_1}{V_1}$

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ଦ୍ୱାରା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନ ପାଇଁ ପ୍ରସାରଣ $= \frac{V_2-V_1}{V_1(\theta_2-\theta_1)}$ । ଏହି ପ୍ରସାରଣହିଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟିର ହାରାହାରି ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (γ)କୁ ସୂଚାଉ ଅଛି ।

$$\therefore \gamma = \frac{V_2-V_1}{V_1(\theta_2-\theta_1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

$$\text{ହାରାହାରି ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ} = \frac{\text{ଆୟତନରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଦ୍ୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$$

(1) ସମୀକରଣରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ,

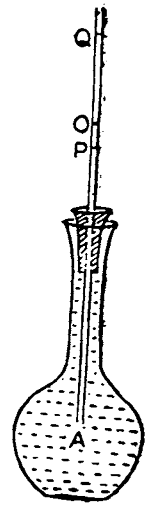
$$V_2 - V_1 = \gamma V_1 (\theta_2-\theta_1)$$

ବା $V_2 = V_1 \{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\}$ ………… (2)

30.3 ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଓ ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ :

ଯଦି ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍କର ଆୟତନ V ହୁଏ ଓ ତହିଁରେ ନିଆଯାଇଥିବା ରଙ୍ଗିନ ଜଳର ଆୟତନ ମଧ୍ୟ V ହୁଏ, ଉଭୟର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ପରିମାଣ θ°C ହୁଏ, ଏବଂ ନଳୀର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ମୂଲ୍ୟ S ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ,

ଆଧାରର ଆୟତନରେ ପ୍ରସାରଣ $= OP \times S$, ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ $= OQ \times S$ ଏବଂ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ $= PQ \times S$ ।



(ଚିତ୍ର 179)

$\therefore$ ବିବିଧ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣର ସଂଜ୍ଞାନୁସାରେ,

$$\gamma g = \frac{\text{ଆଧାରର ଆୟତନରେ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ଆଧାରର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଆୟତନ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}} = \frac{OP \times S}{V \times \theta} \text{ ।}$$

$$\gamma' = \frac{\text{ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ଆଭାସୀ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଆୟତନ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}} = \frac{OQ \times S}{V \times Q}$$

ଏବଂ $$\gamma = \frac{\text{ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ବାସ୍ତବ ବୃଦ୍ଧି}}{\text{ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଆୟତନ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}} = \frac{PQ \times S}{V \times \theta}$$

$$\therefore \gamma' + \gamma_g = \frac{OQ \times S}{V \times \theta} + \frac{OP \times S}{V \times \theta}$$

$$= \frac{S}{V\theta}[\, OQ + OP \,]$$

$$= \frac{S}{V\theta}[\, PQ \,]$$

$$= \gamma$$

$$\therefore \gamma = \gamma' + \gamma_g \text{ ....(3)}$$

30.4 ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ (Relation between density and Co-efficient of Cubical expansion of a liquid) :

ମନେକର, m ଗ୍ରାମ୍ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ନିଆଯାଇଛି । θ_1°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଆୟତନର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ ρ_1 ଓ V_1 ଏବଂ θ_2° ତାପମାତ୍ରାରେ ଯଥାକ୍ରମେ ρ_2 ଓ V_2 । ଏଠାରେ $\theta_2 > \theta_1$ ।

ମାତ୍ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ= ଆୟତନ × ସାନ୍ଦ୍ରତା

$\therefore$ ଏଠାରେ, $m = V_1\rho_1 = V_2\rho_2$ ।

$$\therefore V_1\rho_1 = V_2\rho_2 \text{ ବା } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1\{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\}}{V_1}$$

[ଏଠାରେ, γ=ତରଳ ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ।]

$$=1+\gamma(\theta_2-\theta_1)$$

$$\therefore \rho_1=\rho_2\{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\}\text{...........(4)}$$

30.5 ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (γ') ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରଣାଳୀ :

(1) ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟର ଦ୍ୱାରା (By the dilatometer or volume thermometer method) :

ଗୋଟିଏ 20ରୁ 30 ସେ:ମି: ଦୀର୍ଘ ସମଛିଦ୍ର ବିଶିଷ୍ଟ ସୂକ୍ଷ୍ମନଳୀରେ ଏକ ଲମ୍ବାକିଆ ଥଳି ନିର୍ମାଣ କରଯାଇ ଏହି ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରଯାଏ । ଶୁଷ୍କ ଓ ବିଶୁଦ୍ଧ ପାରଦ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳୀର ଆୟତନ ଓ ତତ୍‌ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ନଳୀର ଆୟତନ ଏପରି ଭାବରେ ମପାଯାଇଥାଏ ଯେ ନଳୀର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶରେ ଖୋଦିତ ହୋଇଥିବା ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲରୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକରି ପାରଦର ଆୟତନ ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଯଦି କୌଣସି ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପତନ ଥର୍ମୋମିଟର ନଳୀଭିତରେ 50 ଚିହ୍ନିତଗାର ଉପରେ ରହେ, ତାହାହେଲେ ଆମେ ଜାଣିପାରୁ ଯେ ଥଳି ଓ ନଳୀ ଭିତରେ ତତ୍‌କାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥିବା ପାରଦର ଆୟତନ 50 ଘନ ସେ:ମି: ହୋଇଛି । [ଚିତ୍ର 180 ଦେଖ ।]



ଯେଉଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ମପାଯିବ, ତାହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା (θ_1°C) ଗୋଟିଏ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଏ । ପରେ ତହିଁରୁ କିଛି ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରେ ଏପରିଭାବରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ ତାହାର ଥଳିଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ଏବଂ ନଳୀର କିୟଦଂଶ ମଧ୍ୟ ଏହି ତରଳବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ପରିସ୍ଥିତିରେ ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟରର ନଳୀର ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲରୁ ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରେ ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ (V_1) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ θ_2°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତରଳପଦାର୍ଥ ଭିତରେ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ରଖି ଦିଆଯାଏ । [ଏଠାରେ $\theta_2 > \theta_1$] ଏପରି କରିଦେବା ଦ୍ୱାରା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପତନ ନଳୀ ଭିତରୁ 'O' ଠାରୁ କ୍ରମଶଃ ଉପରକୁ ଉଠି ଶେଷକୁ A ଠାରେ ସ୍ଥିରଭାବରେ ରହିଯାଉଛି । ମନେକର, ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପତନ ନଳୀ ଭିତରେ A ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉଠିଯିବା ବେଳକୁ ତାର ଆୟତନ V_2 ହୋଇଯାଉଛି ।

(ଚିତ୍ର ୧୮୦)

ଏଠାରେ, ତାପମାତ୍ରା ପରିମାଣରେ ($\theta_2—\theta_1$)°C ବୃଦ୍ଧି ହୋଇଥିବାରୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ମୂଲ୍ୟ ($V_2—V_1$) ହେଉଅଛି ।

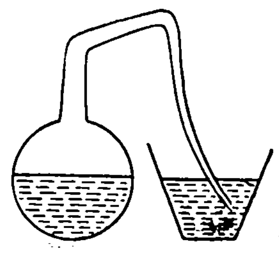
∴ (2) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$\gamma' = \frac{V_2—V_1}{V_1(\theta_2—\theta_1)}$$

ଏ ସମୀକରଣଟି ସମାଧାନ କଲେ ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ γ'ର ମୂଲ୍ୟ ବାହାରିବ ।

(2) ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟର ଦ୍ୱାରା (By the weight thermometer) :

ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟର ଏକ କାଚ ନିର୍ମିତ ଥଳି । ଏହି ଥଳିରେ ଗୋଟିଏ ବଙ୍କା କୈଶିକନଳୀ ଲଗିଥାଏ । ଚିତ୍ର 181ରେ ଏପରି ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟରର ନମୁନା ଦିଆଯାଇଛି । ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ମାପି ଏପରି ଏକ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହେଉଥିବାରୁ ଏହାକୁ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟର କୁହାଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 181)

ପ୍ରଥମେ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m_1 ଗ୍ରାମ) ଗୋଟିଏ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ (θ_1°C) ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିଦିଆଯାଏ । ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରେ ପୂରାଇବା ଏକ କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର, କାରଣ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ସୂକ୍ଷ୍ମ କୈଶିକ ନଳୀର ମୁହଁବାଟେ ଅଜାଡ଼ି ଦେଇ ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରେ ପୂରାଇ ଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ପ୍ରଥମେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦିଆଯାଏ । ଫଳରେ ତା' ଭିତରୁ କିଛି ବାୟୁ ବଙ୍କାନଳୀ ବାଟେ ପଦାକୁ ବାହାରିଯାଏ । ପରେ ତାହାକୁ ଥଣ୍ଡାକରି ଦିଆଯାଏ । ଏ ସମୟରେ ବଙ୍କାନଳୀର ମୁହଁଟି ଦତ୍ତ ତରଳପଦାର୍ଥ ଭିତରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥାଏ । [ଚିତ୍ର 181 ଦେଖ] ତେଣୁ, ଅବଶିଷ୍ଟ ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରେ ବାୟୁର ସଙ୍କୋଚନ ଘଟେ । ତଦ୍ୱାରା କିଛି ପରିମାଣର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରେ । ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ଉଲ୍ଲିଖିତ ଭାବରେ ଥରକୁ ଥର ଗରମ କରାଯାଏ ଓ ଥଣ୍ଡା କରାଯାଏ । ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ଥର୍ମୋମିଟରଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ । କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥଦ୍ୱାରା ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯିବା ପରେ ତରାଜୁରେ ତାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ (m_2 ଗ୍ରାମ) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ, ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ θ_2°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଭିତରେ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ରଖିଦିଆଯାଏ [ଏଠାରେ $\theta_2 > \theta_1$] । ତଦ୍ୱାରା ଥର୍ମୋମିଟରସ୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣ ଘଟେ ଏବଂ ତା' ଭିତରୁ କିଛି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପଦାକୁ ବାହାରି ଆସେ । କିଛି ସମୟ ପରେ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ଜଣାପଡ଼େ ଯେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣ ଆଉ ଘଟୁ ନାହିଁ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥରୁ କାଢି ନିଆଯାଏ । ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଆସିଲେ ପୁଣି ତରାଜୁରେ ତାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ (m_3 ଗ୍ରାମ) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା θ_1 ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା ପାଇଁ ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= m_2—m_1 = M_1$ ।

ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ θ_2 ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା ପାଇଁ ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=m_3-m_1=M_2$ ।

$\therefore$ θ_2 ତାପମାତ୍ରାରେ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ଉଛୁଳି ପଡ଼ିଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=M_1-M_2$ ।

ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରର ପ୍ରସାରଣର ପରିମାଣକୁ ଯଦି ହିସାବକୁ ନିଆ ନ ଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଉପରୋକ୍ତ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ $\theta_1°$ ତାପମାତ୍ରାରେ M_1 ଗ୍ରାମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ$=\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରାରେ M_2 ଗ୍ରାମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ଆୟତନ ।

ମାତ୍ର $\theta_1°$ ତାପମାତ୍ରାରେ M_1 ଗ୍ରାମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ$=\dfrac{M_1}{\rho_1}$,

(ଏଠାରେ $\rho_1=\theta_1°$ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ।)

$\theta_1°$ ତାପମାତ୍ରାରେ M_2 ଗ୍ରାମ୍ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ $=\dfrac{M_2}{\rho_1}$ ଏବଂ

$\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରାରେ M_2 ଗ୍ରାମ୍ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ $=\dfrac{M_2}{\rho_2}$ (ଏଠାରେ, ρ_2, $\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା)

ତରଳ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା $\theta_1°$ ତାପମାତ୍ରାରେ ρ_1 ହୋଇଥିବାରୁ, $\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରାରେ ତାର ସାନ୍ଦ୍ରତାର ପରିମାଣ (4) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ । $\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରାରେ ତାର ସାନ୍ଦ୍ରତାର ପରିମାଣ ρ_2 ହେଉଥିବାରୁ,

$\rho_1=\rho_2[1+\gamma^1(\theta_2-\theta_1)]$ । ଏଠାରେ $\gamma^1=$ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ।

$$\text{ବା, } \rho_2=\frac{\rho_1}{[1+\gamma^1(\theta_2-\theta_1)]} \text{ ।}$$

$\therefore$ $\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରାରେ M_2 ଗ୍ରାମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ଆୟତନ

$$=\frac{M_2}{\rho_2}=\frac{M_2}{\dfrac{\rho_1}{[1+\gamma'(\theta_2-\theta_1)]}}$$

$$=\frac{M_2}{\rho_1}[1+\gamma'(\theta_2-\theta_1)]$$

$$\therefore \quad \frac{M_1}{\rho_1}=\frac{M_2}{\rho_1}\{1+\gamma'(\theta_2-\theta_1)\}$$

$$\text{ବା, } \quad \frac{M_1}{M_2}=1+\gamma'(\theta_2-\theta_1)$$

$$\text{ବା, } \frac{M_1-M_2}{M_2}=\gamma'(\theta_2-\theta_1)$$

$$\therefore \quad \gamma'=\frac{M_1-M_2}{M_2(\theta_2-\theta_1)} \quad \text{.........(5)}$$

∴ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=$

$$\frac{\text{ନିର୍ଗତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଅବଶିଷ୍ଟ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି}}$$

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(i) ଗୋଟିଏ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 40 ଗ୍ରାମ୍ । 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହାକୁ ପାରଦ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିଦେବା ପରେ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ 490 ଗ୍ରାମ୍ ହେଲା । ଏହାର ତାପମାତ୍ରା 100°C ହେବା ସମୟରେ ଏଥିରୁ 6·85 ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ପଦାକୁ ଉଛୁଳି ପଡୁଛି । ପାରଦର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଏଠାରେ, $m_1=40$ ଗ୍ରାମ୍ ଓ $m_2=490$ ଗ୍ରାମ୍ ।

∴ $M_1=m_2-m_1=(490-40)$ ଗ୍ରାମ୍ $=450$ ଗ୍ରାମ୍ ।

$M_2=(450-6{\cdot}85)$ ଗ୍ରାମ୍ $=443{\cdot}15$ ଗ୍ରାମ୍

$\theta_1=0°C$ ଓ $\theta_2=100°C$

∴ (5) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$\gamma'=\frac{M_1-M_2}{M_2(\theta_2-\theta_1)}=\frac{6{\cdot}85}{443{\cdot}15\times100}=\frac{6{\cdot}85}{444{\cdot}315}\times10^{-2}$$
$$=1{\cdot}5\times10^{-4}$$

∴ ପାରଦର ଆଭସୀ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=1{\cdot}5\times10^{-4}/°C$ ।

(ii) ଗୋଟିଏ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 50 ଗ୍ରାମ୍ । 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହାକୁ ପାରଦ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିଦେବା ପରେ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ହେଉଛି 710 ଗ୍ରାମ୍ । ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତପ୍ତ ତୈଳପୂର୍ଣ୍ଣ ପାତ୍ରରେ ରଖି ଦେବାରୁ ଏଥିରୁ 30 ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ଉଛୁଳି ପଡୁଛି । ତୈଳର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ପାରଦର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=0{\cdot}000154$ ।]

0°C ତାପମାତ୍ରାରେ, ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ପାରଦର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=(710-50)$ ଗ୍ରାମ୍ $=660$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ଉତ୍ତପ୍ତ ତୈଳର ତାପମାତ୍ରାରେ. ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ରହିଯାଇଥିବା ପାରଦର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=(660-30)$ ଗ୍ରାମ୍ $=630$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ମନେକର, ଉତ୍ତପ୍ତ ତୈଳର ତାପମାତ୍ରା $=\theta°C$

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି $=(\theta-0)°C=\theta°C$ ମାତ୍ର, ପାରଦର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ

$$\text{ଗୁଣାଙ୍କ}=\frac{\text{ନିର୍ଗତ ପାରଦର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଅବଶିଷ୍ଟ ପାରଦର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}\times\text{ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି}}$$

∴ ଏଠାରେ, $0{\cdot}000154=\dfrac{30}{630\times\theta}$

∴ $\theta=\dfrac{30}{630\times0{\cdot}000154}=309{\cdot}5°C$ (ପ୍ରାୟ)

∴ ଉତ୍ତପ୍ତ ତୈଳର ତାପମାତ୍ରା $=309{\cdot}5°C$ ।

(iii) 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା 13·596 ଗ୍ରାମ୍/ ଘନ ସେ:ମି: । 180°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହାର ସାନ୍ଦ୍ରତାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ପାରଦର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=0{\cdot}182\times10^{-3}$] ମନେକର, 180°C ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା $=\rho_1$

ଏଠାରେ, $\rho_0=13{\cdot}596$ ଗ୍ରାମ୍/ଘନ ସେ:ମି: ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି $=\theta=(180-0)°C=180°C$

ଏବଂ ପାରଦର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=0{\cdot}182\times10^{-3}$

$\therefore$ (4) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$\rho_0=\rho_1\{1+\gamma\theta\}$$

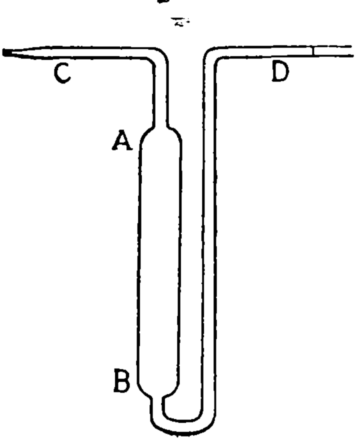
ବା, $\rho_1=\dfrac{\rho_0}{1+\gamma\theta}=\rho_0(1+\gamma\theta)^{-1}$

$$=\rho_0(1+\gamma\theta)^{-1}$$
$$=13{\cdot}596(1-0{\cdot}182\times10^{-3}\times180)$$
$$=13{\cdot}165 \text{ ଗ୍ରାମ୍/ଘନ ସେ:ମି:}$$

$\therefore$ 180°C ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା $=13{\cdot}165$ ଗ୍ରାମ୍/ଘନ ସେ:ମି:

(3) ପିକ୍‌ନୋମିଟର ଦ୍ୱାରା (**By Pyknometer method**) :

ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦେବା ପାଇଁ ବହୁତ ସମୟ ଲାଗେ । ଏହି ଅସୁବିଧାର ଦୂରୀକରଣ ପାଇଁ ପିକ୍‌ନୋମିଟର ନାମକ ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ପାତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଚିତ୍ର 182ରେ ଏହାର ଏକ ନମୁନା ଦିଆଯାଇଛି । ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବାଳିଆ ଥଳିର (AB) ଦୁଇ ମୁହଁରୁ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ କୈଶିକ ନଳୀ (C ଓ D) ବାହାରିଥାଏ । ଥଳୀର ଉପର ମୁହଁରୁ ବାହାରିଥିବା କୈଶିକ ନଳୀର (C) ଅଗ୍ରଭାଗକୁ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ଗୋଜିଆ କରାଯାଏ ଏବଂ ଥଳୀର ତଳମୁହଁରୁ ବାହାରିଥିବା କୈଶିକ ନଳୀର ପ୍ରାନ୍ତ ଭାଗରେ ଗୋଟିଏ ଚିହ୍ନ ଦିଆଯାଇଥାଏ । ଏହି କୈଶିକ ନଳୀର ମୁହଁକୁ ରବର ନଳୀ ଲଗାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରଥମ କୈଶିକ ନଳୀର ଗୋଜିଆ ମୁହଁକୁ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ରବର ନଳୀକୁ ପାଟିରେ ପୂରାଇ ଶୋଷିଲେ ପିକ୍‌ନୋମିଟର ଭିତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରବେଶ କରେ । ପିକ୍‌ନୋମିଟରରେ କୈଶିକ ନଳୀର ଚିହ୍ନ ଯାଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୁଏ ।



(ଚିତ୍ର 182)

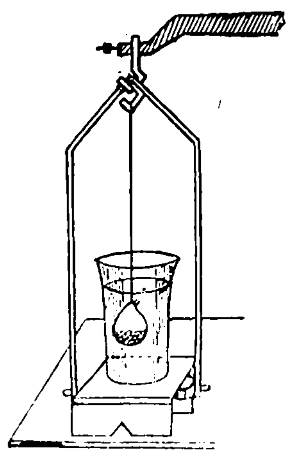
ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟର ନିୟମ ଖଟାଇ ଏଥିରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

(4) ଉଦସ୍ଥିତି ତରାଜୁ ଦ୍ୱାରା (By hydrostatic balance) :

ଆର୍କିମେଡ଼ିଜ଼ଙ୍କ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁସାରେ ଉଦସ୍ଥିତି ତରଜୁରେ କୌଣସି ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପରୀକ୍ଷା ଅନୁସୃତ ହୁଏ :

ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ 2 ଇଞ୍ଚ (ପ୍ରାୟ) ବ୍ୟାସବିଶିଷ୍ଟ କାଚ ଥଳି ନିଆଯାଏ । କାଚ ଥଳିଟି ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିବା ନିମିତ୍ତ, ତା' ଭିତରେ କିଛି ସୀସା ଗୋଲି ପୂରଇ ଦିଆଯାଏ । ତରଜୁର ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ଇଟକଣରୁ ସୀସା ଗୋଲି ଥିବା ଥଳିକୁ ହାଲୁକା ସୂତାରେ ଝୁଲଇ ଦିଆଯାଏ । ଥଳିଟି ବାୟୁରେ ଝୁଲି ରହିଥିବା ବେଳେ ତାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ (m_1 ଗ୍ରାମ୍) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ (θ_1) ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ଗୋଟିଏ ବିକର ଭିତରେ ରଖାଯାଏ । ବିକରଟିକୁ ତରଜୁର ବାମ ପଲ୍ଲରେ ଥିବା ଗୋଟିଏ କାଠ ପିଢ଼ାରେ ଏପରି ଭବରେ ରଖିଦିଆଯାଏ ଯେ ସୀସା ଥିବା ଥଳିଟି ବିକରରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିଯାଏ । ଏ ସମୟରେ ପିଢ଼ାଟି ବାମ ପଲ୍ଲର କୌଣସି ଅଂଶକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରେ ନାହିଁ କିମ୍ବା ଥଳିର କୌଣସି ଅଂଶ ବିକରର ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରେ ନାହିଁ । ତତ୍‌ପରେ, ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ି ଝୁଲି ରହିଥିବା ଥଳିଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ (m_2 ଗ୍ରାମ୍) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହାପରେ ବିକରଟିକୁ ପିଢ଼ାରୁ କାଢ଼ି ନିଆଯାଏ ଏବଂ ତାହାକୁ ଉତପ୍ତ କରଯାଏ । ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା θ_2 ଥିବା ସମୟରେ ପୁନର୍ବାର ବିକରଟିକୁ ପିଢ଼ା ଉପରେ ରଖିଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଥଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m_3 ଗ୍ରାମ୍) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ମନେକର, ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=\gamma'$ । ଏଠାରେ ତାପମାତ୍ରାରେ କାଚ ଥଳିର ପ୍ରସାରଣ ଧର୍ତ୍ତବ୍ୟ ନୁହେଁ । ଆର୍କିମେଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁସାରେ $\theta°_1$ ତାପମାତ୍ରାରେ କାଚ ଥଳିରେ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ (Displaced Liquid)ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=m_1-m_2=M_1$ ଓ $\theta°_2$ ତାପମାତ୍ରାରେ କାଚ ଥଳିରେ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ (Displaced Liquid)ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=m_1-m_2=M_1$ ।



(ଚିତ୍ର 183)

$\theta°_1$ ଓ $\theta°_2$ ତାପମାତ୍ରାରେ କାଚ ଥଳିର ଆୟତନ ସମାନ ବୋଲି ଧରି ନିଆଯାଇଥିବାରୁ, ତାପମାତ୍ରାରେ $\theta°_1$ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ କାଚଥଳିରେ ଯେତିକି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ହୋଇଛି, ତାର ଆୟତନ $\theta°_2$ ତାପମାତ୍ରାରେ କାଚ ଥଳିରେ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ସଙ୍ଗେ ସମାନ । ମନେକର, ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ଜଳର ଆୟତନ V ।

$$\therefore V=\frac{M_1}{\rho}=\frac{M_2}{\rho}\{1+\gamma^1(\theta_2-\theta_1)\}$$

[ଏଠାରେ, $\rho=\theta_1°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ।]

$$\therefore \frac{M_1}{M_2}=1+\gamma^1(\theta_2-\theta_1)$$

ବା, $$\gamma'=\frac{M_1-M_2}{M_2(\theta_2-\theta_1)} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

ଏହି ସମୀକରଣରେ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୁତ ମୂଲ୍ୟ ଲେଖି ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର (γ') ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ ।

ଗାଣିତକ ଉଦାହରଣ :

(i) ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ଗୋଟିଏ କାଚ ଥଳିର ଓଜନ 67·5 ଗ୍ରାମ୍ । 4°C ଓ 80°Cରେ ଜଳ ମାଧ୍ୟମରେ ଉକ୍ତ ଥଳିର ଓଜନ ଯଥାକ୍ରମେ 40·5 ଗ୍ରାମ୍ ଓ 41·31 ଗ୍ରାମ୍ ହେଲେ ଜଳର ହାରହାରି ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ 4°Cରୁ 80°C ମଧ୍ୟରେ କେତେ ହେବ ?

ଏଠାରେ, $m_1=67{\cdot}5$ ଗ୍ରାମ୍, $m_2=40{\cdot}5$ ଗ୍ରାମ୍ ଓ $m_3=41{\cdot}31$ ଗ୍ରାମ୍ ।

$\therefore m_1-m_2=M_1=67{\cdot}5-40{\cdot}5=27$ ଗ୍ରାମ୍

ଓ $m_1-m_3=M_2=67{\cdot}5-41{\cdot}31=26{\cdot}19$ ଗାମ୍

$\theta_1=4°C$ ଓ $\theta_2°=80°C$

∴ (6) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$\gamma'=\frac{M_1-M_2}{M_2\,(\theta_2-\theta_1)}=\frac{27-26{\cdot}19}{26{\cdot}19\,(80-4)}=\frac{0{\cdot}81}{26{\cdot}19\times 76}=0{\cdot}0004 \text{ (ପ୍ରାୟ)}$$

∴ 4°C ଓ 80°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ହାରହାରି ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=0{\cdot}0004°C$ ।

(ii) ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ଗୋଟିଏ କାଚଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ 90 ଗ୍ରାମ୍ ହୋଇଥିବା ସ୍ଥଳେ 12°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ତାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ 49·6 ଗ୍ରାମ୍ । ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା 97°C ହେଲେ ଉକ୍ତ କାଚଖଣ୍ଡର ଆଭସୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ 51·9 ଗ୍ରାମ ହୁଏ । ଯଦି କାଚର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ 0·000024 ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ପ୍ରଥମେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ ।

ଏଠାରେ $M_1=12°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=90-49{\cdot}6=40{\cdot}4$ ଗ୍ରାମ

ଏବଂ $M_2=97°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=90-51{\cdot}9=38{\cdot}1$ ଗ୍ରାମ ।

∴ (6) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$\gamma'=\frac{M_1-M_2}{M_2(\theta_2-\theta_1)}$$

$$= \frac{40{\cdot}4-38{\cdot}1}{38{\cdot}1\times(97-12)}$$

$$= \frac{2{\cdot}3}{38{\cdot}1\times 85} = 0{\cdot}00071$$

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ+କାଚର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ।

ଅର୍ଥାତ୍, $\gamma=\gamma'+\gamma_g$

ଏଠାରେ, $\gamma'=0{\cdot}00071$ ଓ $\gamma_g=0{\cdot}000024$

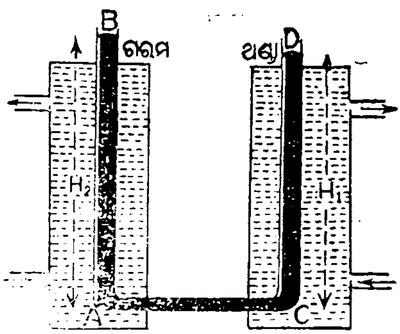
$\therefore \gamma=0{\cdot}00071+0{\cdot}000024=0{\cdot}000734$

∴ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=0{\cdot}000734/°C$ ।

30.6 ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (γ) ନିର୍ଣ୍ଣୟର ବିବିଧ ପ୍ରଣାଳୀ :

(1) ଡୁ୍ୟଲଙ୍ଗ୍ ଓ ପେଟିଟ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି (By Dulong and Petit's method) :

ସାଧାରଣତଃ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମାତ୍ର ଏଥିରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଭୁଲ ହେବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ବିବିଧ ଉପକରଣର ବ୍ୟବହାର ଏକ୍ରାନ୍ତୀୟ ନମୁନା (ଚିତ୍ର 184)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । AB ଓ CD ଦୁଇଟି ସମଛିଦ୍ର ଯୁକ୍ତନଳୀ । ଏ ନଳୀ ଦ୍ୱୟର ଅନ୍ତଃବ୍ୟାସ ମଧ୍ୟ ପରସ୍ପର ସମାନ । ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଉଭୟଙ୍କୁ ପରସ୍ପର ସହ ଯୋଡ଼ି ଦେବାଲାଗି ଗୋଟିଏ ଭୂସମାନ୍ତର କାଚନଳୀ (AC) ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଯେଉଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଦରକାର, ତାକୁ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବ ନଳୀର ମୁହଁରେ ଉପଯୋଗ୍ୟ-ମତେ ପ୍ରସ୍ତୁତ U=ନଳୀ ଭିତରକୁ ଛାଡ଼ି



(ଚିତ୍ର 184)

ଦିଆଯାଏ । ତଦ୍ୱାରା ଉଭୟ ଲମ୍ବନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦର ପତନ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲମ୍ବ ନଳୀକୁ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତି ଆବରଣରେ ଆବୃତ କରି ଦିଆଯାଏ । CD ନଳୀକୁ ଘେରିଥିବା ଆବରଣ ଭିତରେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ($\theta_1°$) ରଖାଯାଇଥିବା ଥଣ୍ଡା ଜଳର ପ୍ରବାହ କରଯାଏ ଏବଂ AB ନଳୀକୁ ଘେରିଥିବା ଆବରଣରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । [ମନେକର ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା $=\theta_2°$ ।] ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବ ନଳୀରୁ ଅନ୍ୟ ଲମ୍ବ ନଳୀ ଆଡ଼କୁ ତାପ ସଞ୍ଚାରିତ ନ ହେବାପାଇଁ ସତର୍କତା ଅବଲମ୍ବନ କରିବା ଦରକାର । ଏଥିପାଇଁ ସାଧାରଣତଃ AC ନଳୀ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଛାପା କାଗଜ ବିଛାଇ ଦିଆଯାଏ ଓ ଏହି କାଗଜ ଉପରେ

ଥଣ୍ଡାପାଣି ସିଞ୍ଚାଯାଏ । $\theta°_1$ ଓ $\theta°_2$ ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହେତୁ କିଛି ସମୟ ପରୀକ୍ଷା ପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଉଭୟ ଲମ୍ବ ନଳୀରେ ପାରଦର ପତନ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇନାହିଁ । ମନେକର, CD ନଳୀରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା H_1 ଏବଂ AB ନଳୀରେ ଏହାର ଉଚ୍ଚତା H_2 । ମନେକର ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ $=P$ ।

C ଓ A ର ଅବସ୍ଥିତି ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ସରଳରେଖା ଉପରେ ହୋଇଥିବାରୁ 'C' ଠାରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ଚାପ ='A'ରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ଚାପ ।

ବା, $H_1\rho_1 g+P=H_2\rho_2 g+P$

[ଏଠାରେ, ρ_1 ଓ ρ_2 ଯଥାକ୍ରମେ $\theta°_1$ ଓ $\theta°_2$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ।]

ବା, $H_1\rho_1=H_2\rho_2$

ବା, $\dfrac{\rho_1}{\rho_2}=\dfrac{H_2}{H_1}$

ଯଦି ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ γ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ (4) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ $\rho_1=\rho_2[\ 1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\ ]$

ବା, $\dfrac{\rho_1}{\rho_2}=[\ 1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\ ]$

$\therefore\ \dfrac{H_2}{H_1}=1+\gamma(\theta_2-\theta_1)$

$\therefore\ \dfrac{H_2-H_1}{H_1}=\gamma(\theta_2-\theta_1)\ [\ \because \dfrac{\rho_1}{\rho_2}=\dfrac{H_2}{H_1}\ ]$

ବା, $\gamma=\dfrac{H_2-H_1}{H_1(\theta_2-\theta_1)}$.........(7)

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣ ପାଖର ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ γର ମୂଲ୍ୟ ବାହାରିବ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଡ୍ୟୁଲଙ୍ଗ୍ ଓ ପେଟିଟ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତିରେ ଏକ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ଦେଖାଗଲା ଯେ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବ ନଳୀରେ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା 60 ସେ:ମି: ହେଉଥିବାବେଳେ ଅନ୍ୟ ଲମ୍ବ ନଳୀରେ 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା 65·9 ସେ:ମି: ହେଉଛି । ତରଳ ପଦାର୍ଥଟିର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ଏଠାରେ, $H_1=60$ ସେ:ମି: $H_2=65{\cdot}9$ ସେ:ମି: $\theta_1=0°C$ ଓ $\theta_2=100°C$

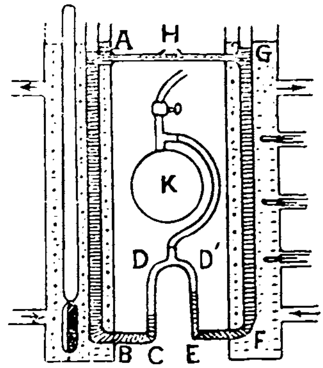
$\therefore$ (7) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ, $\gamma=\dfrac{H_2-H_1}{H_1(\theta_2-\theta_1)}$

$$=\frac{65{\cdot}9-60}{60(100-0)}=\frac{5{\cdot}9}{60\times100}=\frac{5{\cdot}9}{6}\times10^{-3}=0{\cdot}983\times10^{-3}$$

$\therefore$ ଜଳର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=0{\cdot}983\times10^{-3}/°C$

(2) ରେନୌଁଙ୍କ ବିଧି (Regnault's Method) :

କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଭୁଲ ଭାବେ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ରେନୌଁଙ୍କ ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୁଏ । ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଏହାର ଏକ ନମୁନା ଚିତ୍ର 185 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ସମଅନ୍ତଃ ବ୍ୟାସ ଓ ସମଛିଦ୍ରଯୁକ୍ତ (AB ଓ GF) ନଳୀ ଦ୍ୱୟକୁ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ଭୂସମାନ୍ତର ଭାବରେ ରଖାଯାଇ ଥିବା ଅନ୍ୟ ଏକ ସମଛିଦ୍ରଯୁକ୍ତ ନଳୀ (AG) ରେ ଉଭୟର ଅଗ୍ରକୁ ପରସ୍ପର ସହିତ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଏ । ଉଭୟ ଲମ୍ବ ନଳୀର ନିମ୍ନାଂଶକୁ BC DD¹ EF ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ଏକ ବଙ୍କା ନଳୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଏ । ଏହି ବଙ୍କା ନଳୀର ମଧ୍ୟ ଭାଗଟି ଓଲଟା U ନଳୀ ସଦୃଶ । ଉପରକୁ ଥିବା ଭୂସମାନ୍ତର ନଳୀ (AG)ର ମଝିରେ ତାର ବାହ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ (H) ଗୋଟିଏ ସୂକ୍ଷ୍ମ ଛିଦ୍ର ରଖାଯାଇଥାଏ । ଓଲଟା U ନଳୀର ଉପରି ଭାଗରେ ଗୋଟିଏ ଛୋଟ କାଚନଳୀ ଲାଗିଥାଏ । ଏହି କାଚନଳୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ରବରନଳୀ



(ଚିତ୍ର 185)

ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ଫମ୍ପା କାଚ ଗୋଲକ (K) ସହ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଏ । ଫମ୍ପା କାଚ ଗୋଲକରେ ବାୟୁ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଗୋଲକରେ ଗ୍ରହିଦା ମୁତାବକ ଅଧିକ ବାୟୁ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବାରୁ ଚାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଯାଏ । AB ଓ GF ନଳୀଦ୍ୱୟକୁ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତିର ଆବରଣରେ ଆବୃତ୍ତ କରାଯାଏ । AB ନଳୀକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ଆବରଣ ଭିତରେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥଣ୍ଡା ଜଳର ପ୍ରବାହ କରାଯାଏ । GF ନଳୀକୁ ଘେରିଥିବା ଆବରଣରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ । ଉଭୟ ଆବରଣରେ ପ୍ରବାହିତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପାଇଁ ପ୍ରତ୍ୟେକଟିରେ ଥର୍ମୋମିଟର ଖଞ୍ଜା ଯାଏ । ଯେଉଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବାର କଥା, ତାହାକୁ AB ନଳୀ ବା GF ନଳୀର ଉପର ମୁହଁ ବାଟେ ଭିତରକୁ ଅଜାଡ଼ି ଦିଆଯାଏ । ଓଲଟା U ନଳୀର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱ ନଳୀ (CD ଓ D'E) ଭିତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାକୁ କମାଇବା ପାଇଁ ଗୋଲକ ଭିତରକୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ବାୟୁ ଛଡ଼ାଯାଇ ତହିଁରେ ଅଧିକ ଚାପ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ AB ଓ GF ନଳୀରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୁଅନ୍ତି, ସେତେବେଳେ CD ନଳୀ ଓ D'E ନଳୀରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ ।

AB ନଳୀ ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ଆବରଣରେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ($\theta_1°$) ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳ ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ ଏବଂ GF ନଳୀ ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ଆବରଣ ଭିତରେ $\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ ପ୍ରବାହିତ କରାଯାଏ । AB ଓ GF ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଅନୁରୂପ ଆବରଣର ତାପମାତ୍ରା ହାସଲ କଲାପରେ CD ଓ D'E ନଳୀରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ରହେ । ମାତ୍ର ଉଭୟ ନଳୀରେ ତରଳ ବସ୍ତୁ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୁଏ ନାହିଁ । D'E ନଳୀ ଭିତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା CD ନଳୀ ଭିତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ସ୍କେଲ ଦ୍ୱାରା CD ନଳୀରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଓ D¹E ନଳୀରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ମନେକର, AB ନଳୀର ଉଚ୍ଚତା$=$GF ନଳୀର ଉଚ୍ଚତା$=$H
D'E ନଳୀରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା$=h_1$
DC ନଳୀରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା$=h_2$
ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ$=$P ଏବଂ ଗୋଲକସ୍ଥ ବାୟୁର ଚାପ$=$p

B ଓ C ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ସରଳରେଖାରେ ଥିବାରୁ, 'B' ଠାରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ମୋଟ ଚାପ$=$C ଠାରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ମୋଟ ଚାପ ।

ବା, $P+H\rho_1 g=p+h_1\rho_1 g\ldots\ldots(8)$

[ଏଠାରେ, ρ_1 ଓ ρ_2 ଯଥାକ୍ରମେ θ_1° ଓ θ_2° ତାପମାତ୍ରାରେ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା]

ପୁନଶ୍ଚ, E ଓ F ଏକ ଭୂସମାନ୍ତରରେ ଥିବାରୁ, 'E' ଠାରେ ଚାପ$=$Fରେ ଚାପ ।
ବା, $P+H\rho_2 g=p+h_2\rho_1 g\ldots\ldots(9)$
(8) ସମୀକରଣରୁ (9) ସମୀକରଣକୁ ବିୟୋଗ କଲେ,
$Hg(\rho_1-\rho_2)=\rho_1 g(h_1-h_2)$

ବା, $\dfrac{\rho_1-\rho_2}{\rho_1}=\dfrac{h_1-h_2}{H}$

ବା, $1-\dfrac{\rho_2}{\rho_1}=\dfrac{h_1-h_2}{H}$

ବା, $1-\dfrac{\rho_2}{\rho_2\{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\}}=\dfrac{h_1-h_2}{H}$

[$\therefore$ (4) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,
$\rho_1=\rho_2\{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\}$]

ବା, $1-\dfrac{1}{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)}=\dfrac{h_1-h_2}{H}$

ବା, $1-\{1-\gamma(\theta_2-\theta_1)\}=\dfrac{h_1-h_2}{H}$

[$\because \dfrac{1}{\{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\}}=\{1+\gamma(\theta_2-\theta_1)\}^{-1}$
$=\{1-\gamma(\theta_2-\theta_1)\}$]

ବା, $\gamma(\theta_2-\theta_1)=\dfrac{h_1-h_2}{H}$

ବା, $\gamma=\dfrac{h_1-h_2}{H(\theta_2-\theta_1)}\ldots\ldots(10)$

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାଖ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ମୂଲ୍ୟ ନେଇ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରିବ ।

କେତେକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ତାଲିକା :

ପଦାର୍ଥର ନାମ	/°C
ଆଲ୍‌କହଲ·········	0·0011
ପାରଦ ············	0·00018
ଜଳ (15°ରୁ 100°C ମଧ୍ୟରେ)	0·00037
ବେଞ୍ଜିନ୍············	0·00138
ଟର୍‌ପେନଟାଇନ୍······	0·00105

ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣ (Anomalous expansion of water) :

ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ ସବୁ ତରଳପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରେ । କିନ୍ତୁ ଜଳରେ ଏହାର ବ୍ୟତିକ୍ରମ ଦେଖାଯାଏ । ବହୁ ପରୀକ୍ଷା ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଜାଣିପାରିଛନ୍ତି ଯେ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ 4°C ତାପମାତ୍ରା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାର ଆୟତନ କମି କମି ଯାଏ ଏବଂ 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ତାର ଆୟତନ ସବୁଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଯାଏ । 4°C ଠାରୁ ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିରେ ତାର ଆୟତନ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ । ତେଣୁ 4°C ଠାରୁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ଜଳ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସଦୃଶ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ମାତ୍ର 0°C ଠାରୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 4°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ ଜଳର ବ୍ୟବହାରରେ ବ୍ୟତିକ୍ରମ ଦେଖାଯାଏ । ଏହାକୁହିଁ **ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣ** କୁହାଯାଏ ।

4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣ ଜଳର ଆୟତନ ସବୁଠାରୁ କମ୍ । କିନ୍ତୁ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ତାର ଆୟତନ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ (Inversely proportional) । ତେଣୁ, 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତାର ପରିମାଣ ସର୍ବାଧିକ ।

ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ପରୀକ୍ଷା :

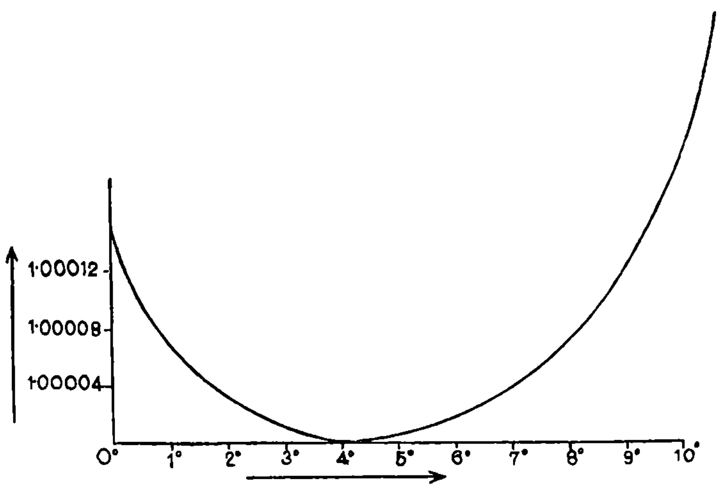
ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିବା ପାଇଁ ଏକ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟରର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟର ଗଠନ ଠିକ୍ ପୂର୍ବବର୍ଣ୍ଣିତ ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟରର ଅନୁରୂପ । ମାତ୍ର ଏହାର ବ୍ୟବହାର ଅନ୍ୟପ୍ରକାର । ଏହାର ଥଳିରେ ବ୍ୟବହୃତ ପାରଦର ଆୟତନ ଥଳିର ମୋଟ ଆୟତନର $\frac{1}{7}$ ଅଂଶ ଅଟେ । କାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଲେ ଥଳିଟି ଯେତିକି ପରିମାଣରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ପାରଦର ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ଠିକ୍ ସେତିକି ହୋଇଥାଏ । ପାରଦର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କାଚର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଠାରୁ 7 ଗୁଣ ହୋଇ ଥିବାରୁ ଏପରି ଘଟିଥାଏ । ତେଣୁ ଥର୍ମୋମିଟରର ଅବଶିଷ୍ଟ ଅଂଶରେ ତରଳ ପଦାଥ ରଖିଲେ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଲେ ଥର୍ମୋମିଟରର ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲରୁ ସିଧାସଳଖ ତାର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ବା ସଙ୍କୋଚନର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ।

ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରେ କିଛି ପରିମାଣର ପାତିତ ଜଳ (distilled water) ନିଆଯାଏ ଏବଂ ଥର୍ମୋମିଟର ନଳୀ ଭିତରେ ଜଳସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ନଳୀରେ ଥିବା ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ

କରଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଥର୍ମିଟିକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭବରେ ଓ ନଳୀର କିଛି ଅଂଶକୁ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ପାତ୍ରର ଥଣ୍ଡାଜଳରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ନଳୀରେ ଥିବା ପାତିତ ଜଳ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ସମୟାନୁକ୍ରମେ ତଳକୁ ଖସି କିଛି ସମୟ ପରେ ଏହା ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହି-ଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ନଳୀର ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲରୁ ଜଳସ୍ତମ୍ଭର ପତ୍ତନ ଜଣା ପଡ଼େ । ତତ୍‌ପରେ, ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ $\frac{1}{2}$°C ଲେଖାଏଁ ବୃଦ୍ଧି କରି ପ୍ରତିଥର ଥର୍ମୋମିଟର ନଳୀରେ ପାତିତ ଜଳ ସ୍ତମ୍ଭର ପତ୍ତନର ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ 10°C ହେବାଯାଏ ଏ ପରୀକ୍ଷା କରଯାଏ । ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାପଡ଼େ ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 0°C ଠାରୁ 4°C ଯାଏ ବୃଦ୍ଧି ହେବା ସମୟରେ ନଳୀରେ ପାତିତ ଜଳର ପତ୍ତନ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଖସି ଆସେ ଏବଂ 4°C ଠାରୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ବୃଦ୍ଧି ସମୟରେ ପାତିତ ଜଳର ପତ୍ତନ କ୍ରମଶଃ ଉପରକୁ ଉଠିଥାଏ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ଉପାୟରେ ପରୀକ୍ଷା କଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ପାଇଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳର ଆୟତନ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ଜଣାପଡେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଜଳର ଅନୁରୂପ ଆୟତନ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍



(ଚିତ୍ର 186)

ଅଙ୍କନ କଲେ ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଧାରଣା ମିଳିବ । ଚିତ୍ର 186ରେ ଏହି-ପରି ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିକୁ ଅଙ୍କନ କରିବା ପାଇଁ X—ଅକ୍ଷରେଖାରେ ତାପମାତ୍ରାକୁ ନିଆଯାଇଛି ଓ ମୂଳ ବିନ୍ଦୁର (Origin) ମୂଲ୍ୟ 0°C ରଖାଯାଇଛି ଏବଂ Y—ଅକ୍ଷରେଖାରେ ଜଳର ଅନୁରୂପ ଆୟତନକୁ ନିଆଯାଉଛି ଓ ମୂଳ ବିନ୍ଦୁର ମୂଲ୍ୟ 1 ଘନ ସେ:ମି: ରଖାଯାଇଛି । ଗ୍ରାଫଟିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭବରେ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ 0°C ତାପମାତ୍ରାରୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 4°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଲେ ଜଳର ଆୟତନ କ୍ରମଶଃ କମି କମି ଯାଇ 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସବୁଠାରୁ କମ୍ ହେଉଛି ଏବଂ ତାପମାତ୍ରାକୁ 4°C ଠାରୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ ଜଳର ଆୟତନ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି ।

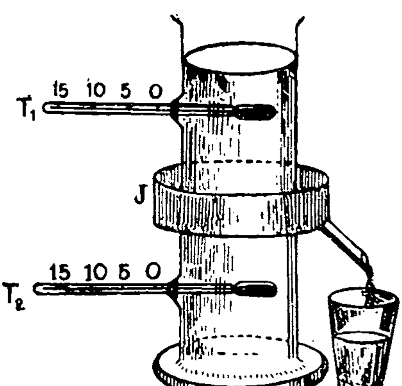
ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଜଳର ଆୟତନ 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସବୁଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ବା ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିମାଣ 4°C ର ପାଖାପାଖି ହୋଇ-ଥିବା ସମୟରେ ଅଙ୍କିତ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିର ଆକାର ଚେପ୍‌ଟା ହୋଇଛି । ଏଥିରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କାଳରେ ଯଦି ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ 4°C ର ପାଖାପାଖି ହୁଏ, ତେବେ ଏ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଜଳର ଆୟତନରେ କୌଣସି ପ୍ରଭାବ ପକାଏ ନାହିଁ । ଏଣୁ 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତାକୁ 1 ଗ୍ରାମ୍/ଘନ ସେ:ମି: ରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଛି ।

4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସର୍ବାଧିକ ବୋଲି ଜାଣିବାକୁ ହୋପ୍‌ଙ୍କ ଉପକରଣର (Hope' apparatus) ବ୍ୟବହାର :

ହୋପ୍‌ଙ୍କ ଉପକରଣଟି ମୁଖ୍ୟତଃ ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତିର ବଡ଼ କାଚନଳୀରେ ନିର୍ମିତ । ଏହି ନଳୀର ତଳମୁହଁଟି ବନ୍ଦ ରଖାଯାଇଥାଏ ଓ ଏହି ନଳୀର ମଧ୍ୟଭାଗ ଗୋଟିଏ ପ୍ରଶସ୍ତ ଆବରଣ ଦ୍ୱାରା (J) ଆବୃତ ହୋଇଥାଏ । ଆବରଣ ଭିତରେ ବରଫ ଓ ଲୁଣର ହିମ-ମିଶ୍ରଣକୁ ରଖାଯାଇଥାଏ । ବରଫ ତରଳି ଯାଇ ପାଣି ହୋଇଗଲେ, ସେହି ପାଣିକୁ ପଦାକୁ କାଢ଼ି ଆଣିବା ପାଇଁ ଆବରଣରେ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଗମ ନଳୀ ଥାଏ । ଆବରଣର ଉପରକୁ ଓ ତଳ ଆଡ଼କୁ ନଳୀ ଭିତରକୁ ଦୁଇଟି ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର (T_1 ଓ T_2) ପୁରାଇ ଦିଆଯାଇଥାଏ । ଏହି ଥର୍ମୋମିଟରଗୁଡ଼ିକରେ —5°C ଠାରୁ 15°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ନିର୍ଭୁଲରୂପେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଅଂଶାଙ୍କନ କରାଯାଇଥାଏ ।

ପରୀକ୍ଷା ଆରମ୍ଭ ପୂର୍ବରୁ 10°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଜଳକୁ ନଳୀରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ନଳୀଟିକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କରିଦେବା ପରେ ଥର୍ମୋମିଟର ଦୁଇଟିରୁ ପୃଥକ୍ ଭାବରେ ଜଳର ତାପ-ମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର୍ମୋମିଟର ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ 10°C ରୂପେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଆବରଣ ଭିତରେ ବରଫ ଓ ଲୁଣର ହିମ ମିଶ୍ରଣକୁ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ଏପରି କରି ଦେବା ଦ୍ୱାରା ନଳୀର ଯେଉଁ ଅଂଶ ଆବରଣ ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ ହୋଇଥାଏ, ସେହି ଅଂଶରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କମି କମି ଯାଏ । ଏହି ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ 10°Cରୁ କ୍ରମହ୍ରାସ ହେତୁ ନଳୀର ମଧ୍ୟ ଭାଗରେ ଥିବା ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ । ତେଣୁ ସେହି ଓଜନିଆ ଜଳ ନଳୀର ତଳ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ଏବଂ ତାର ସ୍ଥାନ ପୂରଣ ଲାଗି ନଳୀର ନିମ୍ନାଂଶରୁ ହାଲୁକା ଜଳ ଉପର ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଏ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଆବରଣର ତଳ ଆଡ଼କୁ ରଖାଯାଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରାର କ୍ରମ ହ୍ରାସ ଘଟୁଥିବାର



(ଚିତ୍ର 187)

ଦର୍ଶାଉଛି ଏବଂ ଆବରଣର ଉପରଆଡ଼କୁ ଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର (T_1) ତାପମାତ୍ରାକୁ ପୂର୍ବଭଳି 10°C ବୋଲି ପ୍ରଦର୍ଶନ କରୁଛି । କିଛି ସମୟ ପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ତଳ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ତାପମାତ୍ରା 4°C ହୋଇଛି । ପୁନଶ୍ଚ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଆଉ ତଳ ଥର୍ମୋମିଟରଟି ଦର୍ଶାଉ-ଥିବା ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁ ନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍ ନଳୀର ମଧ୍ୟଭାଗର ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 4°C ହୋଇଯିବା ପରେ ତାପମାତ୍ରା ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ଆଉ ସେହି ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରୁ ନାହିଁ । ତେଣୁ ତାହା ଆଉ ପୂର୍ବଭଳି ନଳୀର ତଳଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇ ଥର୍ମୋ-ମିଟରକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରି ପାରୁ ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ତଳ ଥର୍ମୋମିଟରଟି ତାପମାତ୍ରାକୁ ସମୟାନୁ-କ୍ରମେ 4°C ବୋଲି ସ୍ଥିର ଭାବରେ ଦର୍ଶାଇଲା ବେଳେ ଉପର ଥର୍ମୋମିଟରଟି ତାପମାତ୍ରା ପରିମାଣରେ କ୍ରମହ୍ରାସ ଦେଖାଉଛି । ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଏହା 10°C ଠାରୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 0°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମି ଆସୁଥିବାର ଦର୍ଶାଇ ପାରୁଛି । ତତ୍‌ପରେ, ନଳୀ ଭିତରକୁ ଚାହିଁଲେ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ଉପର ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରା 0°C ରେ ହେଲା ପରେ ବରଫଖଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ନଳୀର ମଧ୍ୟ ଭାଗରେ ଉପରକୁ ଭାସି ଉଠୁଛି । ନଳୀର ମଧ୍ୟ ଭାଗରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 4°Cରୁ କମି ଯାଉଥିବା ବେଳେ ତାର ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ କ୍ରମ ବୃଦ୍ଧି ପରିବର୍ତ୍ତେ କ୍ରମ ହ୍ରାସ ଘଟୁଛି । ତେଣୁ, ଏହି ହାଲୁକା ଜଳ ଆଉ ତଳ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ନ ହୋଇ ନଳୀର ଉପର ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ଏବଂ ଉପରଆଡୁ ଓଜନିଆ ଜଳ ନଳୀର ମଧ୍ୟାଞ୍ଚଳକୁ ଚାଲି ଆସୁଛି । ମଧ୍ୟାଞ୍ଚଳରୁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗାମୀ ହେଉଥିବା ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଉପର ଥର୍ମୋମିଟରଟି ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ କ୍ରମ ହ୍ରାସ ଦର୍ଶାଇ ପାରୁଛି । କିନ୍ତୁ ଉପର ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ ହ୍ରାସ ବୃଦ୍ଧି ନ ଘଟି 4°Cରେ ସ୍ଥିର ରହୁଛି । ତେଣୁ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ 4°C ତାପମାତ୍ରରେ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସର୍ବାଧିକ ।

ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ଆୟତନ ଓ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା :

ତାପମାତ୍ରା (°C)	ସାନ୍ଦ୍ରତା (ଗ୍ରାମ୍/ଘନ ସେ:ମି:)	ଆୟତନ (ଘନ ସେ:ମି:)	ତାପମାତ୍ରା (°C)	ସାନ୍ଦ୍ରତା (ଗ୍ରାମ୍/ଘନ ସେ:ମି:)	ଆୟତନ (ଘନ ସେ:ମି:)
—10	0·99815	1·00186	20	0·99823	1·00174
—5	0·99930	1·00070	30	0·99576	1·00425
0(ବରଫ)	0·99987	1·09081	40	0·9922	1·00770
0(ଜଳ)	0·99987	1·00013	60	0·9832	1·01691
2	0·99997	1·00003	80	0·9718	1·02887
4	1·0 (ସର୍ବାଧିକ)	1·0000 (ସର୍ବନିମ୍ନ)	100	0·9584	1·04312
6	0·99997	1·00003			
10	0·99973	1·00025			

ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣରେ ପ୍ରକୃତିର ପ୍ରଭାବ :

ତାପମାତ୍ରାରେ ଯଦି 4°C କ୍ରମହ୍ରାସ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା କ୍ରମଶଃ କମି କମି ନ ଯାଇ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ହେଉଥାଆନ୍ତା, ତେବେ ଶୀତପ୍ରଧାନ ଦେଶରେ

ପ୍ରାକୃତିକ ବିପର୍ଯ୍ୟୟ ଘଟନ୍ତା । ସେଠାକାର ନଦୀ, ପୁଷ୍କରିଣୀ ଓ ହ୍ରଦ ଇତ୍ୟାଦ ତଳରୁ ଉପରକୁ ବରଫ ପାଲଟି ଯାଉଥାନ୍ତେ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକରେ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଜଳଚର ପ୍ରାଣୀ ବା ଉଦ୍ଭିଦ ଜୀବନଧାରଣ କରିପାରନ୍ତେ ନାହିଁ ।

ମାତ୍ର ଶୀତପ୍ରଧାନ ଦେଶରେ ଶୀତ ଋତୁରେ ଏପରି ପ୍ରାକୃତିକ ଦୁର୍ବିପାକ ନ ଘଟିବା ମୂଳରେ ରହିଛି ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣ । ଶୀତ ଋତୁ ଆସିବା କ୍ଷଣି ଶୀତଳ ବାୟୁର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଜଳଭଣ୍ଡାରର ଉପରିଭାଗରେ ଜଳ କ୍ରମଶଃ ଶୀତଳ ହୁଏ । ଏହାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ବଢ଼ିଯାଏ । ଏହି ଓଜନିଆ ଜଳ ଜଳଭଣ୍ଡାରର ନିମ୍ନକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ଓ ତା'ର ସ୍ଥାନ ପୂରଣ ଲାଗି ନିମ୍ନରୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଉଷ୍ଣ ଜଳ ଉପରକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଜଳଭଣ୍ଡାର ଜଳରାଶିର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 4°C ହେବାଯାଏ ଜଳଭଣ୍ଡାରରେ ଏହିପରି ଜଳସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ସବୁ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିମାଣ 4° ହେବା ପରେ ଥଣ୍ଡା ବାୟୁ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଉପରି ଭାଗରେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ 4°Cରୁ କମି କମି ଯାଏ । ମାତ୍ର ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ନିମ୍ନଭାଗର ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତାରୁ ଅଧିକ ନ ହୋଇ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହା ତଳକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ଉପରିଭାଗ କ୍ରମଶଃ ଅଧିକ ଶୀତଳ ହୋଇ ବରଫ ହୁଏ; କିନ୍ତୁ ନିମ୍ନଭାଗର ଜଳ ବରଫ ହୁଏ ନାହିଁ ।

30.7 ବାରୋମିଟର ପାଠରେ ସଂଶୋଧନ :

ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପକୁ ମାପିବା ଲାଗି ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ପାରଦ ବାରୋମିଟର ବହୁଳଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ (ପାରଦ ବାରୋମିଟର ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା ଏହି ପୁସ୍ତକରେ ଅନ୍ୟତ୍ର ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି) । ଏପରି ଏକ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ସମଛିଦ୍ରଯୁକ୍ତ କାଚନଳୀରେ କିଛି ପାରଦ ରଖାଯାଏ । କାଚନଳୀର ଉପର ଆଡ଼କୁ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ସ୍କେଲକୁ ନଳୀର ପାର୍ଶ୍ୱ ସଂଲଗ୍ନ କରି ରଖାଯାଇଥାଏ । କାଚନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଲାଗି ଏହି ସ୍କେଲଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ପରିମାଣକୁ ଆମେ ଏହି ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିଥାଉ । ସାଧାରଣତଃ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଦ୍ୱାରା ତାତ୍କାଳିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ । କିନ୍ତୁ ସବୁ ସମୟରେ ତାପମାତ୍ରା 0°C ନ ଥିବାରୁ ତାର ସଂଶୋଧନ ଆବଶ୍ୟକ ।

ଏ ସଂଶୋଧନ ଦୁଇପ୍ରକାର; ଯଥା :—ସ୍କେଲ-ସଂଶୋଧନ (Scale Correction) ଓ ସାନ୍ଦ୍ରତା-ସଂଶୋଧନ (Density Correction)

ସ୍କେଲ-ସଂଶୋଧନ :

ଯଦି ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ 0°C ନ ହୋଇ θ°C ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ତାପମାତ୍ରାରେ θ°C ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ ଧାତବ ସ୍କେଲଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ପ୍ରସାରଣ ଘଟିଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଧାତବ ସ୍କେଲର 0°C ତାପମାତ୍ରାରୁ θ°C ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରସାରଣ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟି ଦେବାକୁ ହେବ ।

ସାନ୍ଦ୍ରତା ସଂଶୋଧନ :

ଯଦି ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ $0°C$ ନ ହୋଇ $\theta°C$ ହୁଏ ତେବେ ତାପମାତ୍ରାରେ $\theta°C$ ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ । ଏହାକୁ ସାନ୍ଦ୍ରତା-ସଂଶୋଧନ କହନ୍ତି ।

ମନେକର, ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ $\theta°C$ ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ପାରଦ ବାରୋମିଟରରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା h ସେ:ମି: । କିନ୍ତୁ ସ୍କେଲ-ସଂଶୋଧନ କରାଯିବା ପରେ $\theta°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା H ସେ:ମି: ହେଉଛି । ଯଦି ସ୍କେଲଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା କଠିନ ପଦାର୍ଥର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ α, ତାହାହେଲେ ସ୍କେଲର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସେ:ମି: ଦୈର୍ଘ୍ୟବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନର ପ୍ରକୃତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେବ $(1+\alpha\theta)$ ସେ:ମି: ।

$\therefore$ $\theta°C$ ତାପମାତ୍ରାର h ସେ:ମି:ର ପ୍ରକୃତ ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $h(1+\alpha\theta)$ ସେ:ମି:

ବା, $H=h(1+\alpha\theta)$............(14)

ବର୍ତ୍ତମାନ, ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା-ସଂଶୋଧନ କାଳର ଆବଶ୍ୟକ ସଂଶୋଧନ କଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ମପାଯାଇ ପାରିବ । ମନେକର $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ H_0 ସେ:ମି: ଏବଂ $0°C$ ଓ $\theta°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଯଥାକ୍ରମେ ρ_0 ଓ ρ । ପାରଦର ବାସ୍ତବ ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ହେଉଛି γ ।

କିନ୍ତୁ $\rho_0=\rho(1+\gamma\theta)$ ।

ଏକ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି H_0 ଉଚ୍ଚତାବିଶିଷ୍ଟ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଓଜନ H ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଓଜନ ସହ ସମାନ ହେଉଥିବାରୁ,

$$\rho H=\rho_0 H_0$$
$$=\rho(1+\gamma\theta)H_0$$
$$\therefore H_0=\frac{H}{1+\gamma\theta}=H(1+\gamma\theta)^{-1}$$
$$\sim H(1-\theta)$$

$\therefore$ ଉଭୟ ପ୍ରକାର ସଂଶୋଧନରୁ

$$=H_0=h(1+\alpha\theta)(1-\gamma\theta)$$

[$\because$ (14) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ, $H=h(1+\alpha\theta)$]

ବା, $H_0=h\{1+\alpha\theta-\gamma\theta-\alpha\gamma\theta^2\}$

ବା, $H_0=h\{1-\theta(\gamma-\alpha)\}$......(15)

[$\alpha\gamma\theta^2$ର ମୂଲ୍ୟ ସ୍ୱଳ୍ପ ହେତୁ ହିସାବକୁ ନିଆଯାଉ ନାହିଁ ।]

ସାଧାରଣତଃ, ପାରଦ ବାରୋମିଟରରେ ବ୍ୟବହୃତ ସ୍କେଲ ପିତ୍ତଳରେ ନିର୍ମିତ । ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର (α) ମୂଲ୍ୟ$=0{\cdot}0000190°C$ ଓ ପାରଦର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର (γ) ମୂଲ୍ୟ$=0{\cdot}000180°C$ । ତେଣୁ, ପିତ୍ତଳ ସ୍କେଲଯୁକ୍ତ ପାରଦ ବାରୋମିଟର ଯନ୍ତ୍ରରୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା (15) ସମୀକରଣରୁ ଜଣାଯିବ ।

ପିତ୍ତଳ ସ୍କେଲଯୁକ୍ତ ପାରଦ ବାରୋମିଟର 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ 76·3 ସେ:ମି: ବୋଲି ଧରଯାଉ । ∴ (15) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ, 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ହେବ,

$$H_0=76{\cdot}3\{1-30(0.00018-0{\cdot}000019)\}$$
$$=76{\cdot}3\{1-30\times0{\cdot}000161\}$$
$$=76{\cdot}3\times0{\cdot}99517$$
$$=75{\cdot}91 \text{ ସେ:ମି:}$$

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) କାଚ ସ୍କେଲଯୁକ୍ତ ବାରୋମିଟରରେ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା 755 ମି:ମି: । 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ବାରୋମିଟରରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା କେତେ ? [ପାରଦର କାଚନଳୀରେ ବ୍ୟବହୃତ କାଚର ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ 0·000155 ଓ ତାର ହାରାହାରି ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ 0·00000891]

କାଚର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ (γ_g)

$=3\times$କାଚର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ

$=3\times0{\cdot}0000089$

$=0{\cdot}0000267$

ପାରଦର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=$ପାରଦର ଆଭାସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$+$କାଚର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ

ବା, $\gamma=\gamma'+\gamma_g$

$=0{\cdot}000155+0{\cdot}0000267$

$=0{\cdot}0001817$

ଏଠାରେ, $h=75{\cdot}5$ ସେ:ମି:, $\theta=30°C$,

$\alpha=0{\cdot}0000089$ ଓ $\gamma=0{\cdot}0001817$

$$H_0=h\{1-\theta(\gamma-\alpha)\}$$
$$=75{\cdot}5\{1-30(0{\cdot}0001817-0{\cdot}0000089)\}$$
$$=75{\cdot}5\{1-30\times0{\cdot}0001728\}$$
$$=75{\cdot}5\times0{\cdot}994816$$
$$=75{\cdot}12 \text{ ସେ:ମି: (ପ୍ରାୟ)}$$

∴ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବାରୋମିଟରରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା 75·12 ସେ:ମି: ହେବ ।

(2) ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟରରେ ଥିବା ପିତ୍ତଳ ସ୍କେଲଟି 60°F ତାପମାତ୍ରାରେ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିମାଣ ନିର୍ଭୁଲ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଛି । 40°F ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା 754 ମି:ମି: । 32°F ତାପମାତ୍ରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ? [ପିତ୍ତଳର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=0{\cdot}00001/°F$ ଓ ପାରଦର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ$=0{\cdot}0001/°F$]

60° ତାପମାତ୍ରାରେ ପିତଳ ସ୍କେଲ୍‌ଟି ସଠିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରୁଥିବାରୁ 40°F ତାପମାତ୍ରାରେ ଚାପର ପ୍ରକୃତ ମୂଲ୍ୟ 754 ମି:ମି:ରୁ କମ୍ ହେବ । ମନେକର, 40°F ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ସଠିକ ଉଚ୍ଚତାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି H′ ମି:ମି: ।

$$\therefore H' = 754\,\{1 + 0{\cdot}00001\,(40 - 60)\}$$
$$= 754\,\{1 - 0{\cdot}00001 \times 20\}$$
$$= 754 - 0{\cdot}15 = 753{\cdot}85 \text{ ସେ:ମି:}$$

ମନେକରଯାଉ ଯେ, 40°F ଓ 32°F ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଯଥାକ୍ରମେ ρ' ଓ ρ_0 ଏବଂ 32°F ତାପମାତ୍ରାରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ସଠିକ ଉଚ୍ଚତା $= H_0$ ମି:ମି:

∴ ଏଠାରେ, $H'\rho' = H_0\rho_0$

ବା, $H_0 = H'\dfrac{\rho'}{\rho_0}$

$$= H'\frac{\rho'}{\rho'\{1 + \gamma\,(40 - 32)\}}$$
$$= 753{\cdot}85\,(1 - 0{\cdot}0001 \times 8)$$
$$= 753{\cdot}85 - 0{\cdot}60 = 753{\cdot}25 \text{ ମି:ମି:}$$

∴ 32°F ତାପମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ 753·25 ମି:ମି: ।

(3) ଗୋଟିଏ ସୂକ୍ଷ୍ମ କୈଶିକ ନଳୀଯୁକ୍ତ କାଚ ବୋତଲକୁ ତରଳ ବରଫରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିଲେ ତାହା 300 ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ଧାରଣ କରୁଛି । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ 76 ସେ:ମି: ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ବୋତଲଟିକୁ ବହୁ ସମୟ ପାଇଁ ଫୁଟନ୍ତା ପାଣି ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିଲେ ତା'ଭିତରୁ କେତେ ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ପଦାକୁ ଉଛୁଳି ପଡ଼ିବ ? ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଯଦି 76 ସେ:ମି: ଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଆନ୍ତା, ତେବେ ଉଛୁଳି ପଡ଼ୁଥିବା ପାରଦର ପରିମାଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟନ୍ତା କି ?

[ପାରଦର କାଚ ନଳୀ ଭିତରେ ଆପେକ୍ଷିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $= \dfrac{1}{6500}/°C$]

ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ପରିମାଣ 76 ସେ:ମି: ହୋଇଥିବାରୁ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସହ ସମାନ ହେତୁ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଏଠାରେ 100°C ହେବ । କିନ୍ତୁ ବରଫର ଗଳନାଙ୍କ $= 0°C$ ।

∴ ଏଠାରେ, $\theta_1 = 0°C$, $\theta_2 = 100°C$ ଓ $\gamma' = \dfrac{1}{6500}$ ।

ମନେକର, 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବୋତଲ ଭିତରୁ m ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ଉଛୁଳି ପଡ଼ୁଛି । ତେଣୁ, ସେହି ତାପମାତ୍ରା ବୋତଲରେ ପାରଦର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= (300 - m)$ ଗ୍ରାମ୍

$$\therefore \gamma' = \frac{\text{ଉଛୁଳି ପଡ଼ିଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଅବଶିଷ୍ଟ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ} \times \text{ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି}}$$

ବା, $\dfrac{1}{6500} = \dfrac{m}{(300 - m) \times 100}$

ବା, $300 - m = 65m$

$$\therefore\ m=\frac{300}{66}=4{\cdot}54 \text{ ଗ୍ରାମ୍}$$

∴ ଫୁଟନ୍ତା ପାଣିରେ ବହୁ ସମୟ ଧରି ବୋତଲକୁ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିଲେ ତହିଁରୁ 4·54 ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ଉଛୁଳି ପଡ଼ିବ ।

ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଯଦି 76 ସେ:ମି:ରୁ କମ୍ ହୁଏ, ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ 100°C ରୁ କମ୍ ହେବ । ତେଣୁ ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ପରିମାଣ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହେବ । ଏଣୁ ଉଛୁଳି ପଡ଼ୁଥିବା ପାରଦର ପରିମାଣ 4·54 ଗ୍ରାମ୍‌ଠାରୁ କମ୍ ହେବ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଓ ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ? ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

   ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କାହାଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ? ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋ-ମିଟରରେ ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କିପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

2. ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଓ ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କିପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

   ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 0°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟର 500 ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ଧାରଣ କରି ପାରୁଛି । ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 100°C ହୋଇ-ଥିବା ସମୟରେ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ କେତେ ଗ୍ରାମ୍ ପାରଦ ପଦାକୁ ଉଛୁଳି ପଡ଼ିବ ? [ପାରଦର ବାସ୍ତବିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=0·000182/°C ଏବଂ କାଚର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=0·000027/°C]

   [ଉତ୍ତର: 7·632 ଗ୍ରାମ୍]

3. 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଆଲକହଲ୍ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦେବା ପାଇଁ 45 ଗ୍ରାମ୍ ଆଲ୍‌କହଲ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଛି । ଓଜନ ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରାକୁ 33°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇଦେଲେ ତହିଁରୁ କେତେ ଗ୍ରାମ୍ ଆଲ୍‌କହଲ୍ ପଦାକୁ ଉଛୁଳି ପଡ଼ିବ? [ଆଲ୍‌କହଲ୍‌ର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ=0·00121/°C]

   [ଉତ୍ତର : 0·121 ଗ୍ରାମ୍]

4. (କ) ପ୍ରମାଣକର ଯେ $\gamma=\gamma'+\gamma_g$, ଏଠାରେ $\gamma=$ ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ, $\gamma'=$ସେହି ତରଳପଦାର୍ଥର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଓ $\gamma_g=$ ତରଳପଦାର୍ଥ ରଖାଯାଇଥିବା କାଚ ପାତ୍ରର ରୈଖିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ।

   (ଖ) ଉଦସ୍ଥିତି ତରଳୁ ସାହାଯ୍ୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳବସ୍ତୁର ଆଭସୀ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

ବାୟୁମାଧ୍ୟମରେ ଗୋଟିଏ କାଚଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 45 ଗ୍ରାମ୍, କିନ୍ତୁ 4°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପଦାର୍ଥଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 31·25 ଗ୍ରାମ୍ ଏବଂ 54°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ସେହି ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 31·55 ଗ୍ରାମ୍ । 4°C ଓ 54°C ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଜଳର ହାରହାରି ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
[କାଚର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ $=24\times10^{-6}/°C$]

[ଉତ୍ତର: $4{\cdot}36\times10^{-4}/°C$]

5. (କ) ତରଳ ବସ୍ତୁର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ହାରହାରି ବାସ୍ତବିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ? ଗୋଟିଏ ତରଳବସ୍ତୁର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ଓ ତାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ମଧ୍ୟରେ କି ସମ୍ପର୍କ ଅଛି ?

(ଖ) ଡ୍ୟୁଲଙ୍ଗ୍ ଓ ପେଟିଟ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ତରଳପଦାର୍ଥର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ର ସହ ବିଶଦ ଆଲୋଚନା କର ।

ଗୋଟିଏ U-ନଳୀର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱ ନଳୀରେ ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା 0°C ହୋଇଛି ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା 100°C ହୋଇଛି । ଯଦି 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଉଚ୍ଚତା 60 ସେ.ମି. ଏବଂ ଉତ୍ତପ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଉଚ୍ଚତା ତା'ଠାରୁ 1·8 ସେ.ମି. ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତରଳ ବସ୍ତୁଟିର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଉତ୍ତର: $0{\cdot}3\times10^{-3}$]

6. ରେନୋଁଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଗୁଣାଙ୍କ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ର ସହ ବର୍ଣ୍ଣନ କର ।

7. 'ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥାଏ'— ଏହି ଉକ୍ତିଟିର ସତ୍ୟତା ପ୍ରତିପାଦନ କର । ପାରଦ ଓ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ କ୍ରମ-ବୃଦ୍ଧି ସଂଘଟିତ ହେଲେ ସେମାନଙ୍କ ଭୌତିକ ପ୍ରକୃତିରେ କି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖାଯାଏ ?

8. (କ) ଜଳର ଅସଙ୍ଗତ ପ୍ରସାରଣକୁ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ କିପରି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ?

(ଖ) ହୋପ୍‌ଙ୍କ ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା କିପରି ଭାବରେ ପ୍ରମାଣ କରାଯାଇପାରିବ ଯେ 4°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥାଏ ?

(ଗ) ଏପରି କାହିଁକି ଘଟେ ?

(i) ବରଫ ପାଣି ଉପରେ ଭାସେ ।

(ii) ଗୋଟିଏ ହ୍ରଦର ଜଳ ବରଫ ପାଲଟି ଯାଇଥିବାବେଳେ ମଧ୍ୟ ମାଛ ଓ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଜଳଜ ପ୍ରାଣୀ ତା' ଭିତରେ ଜୀବନଧାରଣ କରିପାରନ୍ତି ।

9. (କ) ପାରଦ ଓ ସ୍କେଲ ଉଭୟର ପ୍ରସାରଣ ଘଟିଥିବା ସମୟରେ ବାରୋମିଟରର ପଠନକୁ କେଉଁ ପ୍ରକାରେ ସଂଶୋଧିତ କରଯାଇ ତହିଁରୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

(ଖ) $30°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟରରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ 75·38 ସେ:ମି: ପଠିତ ହେଉଛି । $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ କେତେ ?

[ପିତ୍ତଳର $\alpha = 0{\cdot}000018/°C$ ଓ ପାରଦର $\gamma = 0{\cdot}00018/°C$]

[ଉତ୍ତର: 75·014 ସେ:ମି:]

10. ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟରରେ ଖଚିତ ହୋଇଥିବା ପିତ୍ତଳ ସ୍କେଲଟି $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ସଠିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରୁଛି । ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 30° ଥିବା ସମୟରେ ସେହି ବାରୋମିଟରରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ପରିମାଣ 76·4 ସେ:ମି: । ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ସଠିକ ଉଚ୍ଚତାର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ? [ପିତ୍ତଳର $\alpha = 0{\cdot}000018/°C$]

[ଉତ୍ତର: 76·44 ସେ:ମି :]

ଏକତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣ

Expansion of gases

ଓ

ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ର ବା ବାରୋମିଟର

31·1 ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ନିୟମାବଳୀ :

ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ହେଲେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ଚାପ ଅନୁସାରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଯାଏ । ଏ ରୂପେ ପ୍ରସାରିତ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରିତ ଆୟତନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ପୁଣି ଚାପର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଲେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ, ତାପମାତ୍ରା ଅନୁସାରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଯାଏ । ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସାରିତ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରିତ ଆୟତନିକ ମୂଲ୍ୟ ଜଣାପଡ଼େ ।

ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ :

ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ତାର ଚାପର ପରିମାଣ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ (Inversely proportional) ହୁଏ ।

ଅର୍ଥାତ୍, P ପରିମାଣର ଚାପରେ ଯଦି କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ V ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ

$$V \propto \frac{1}{P}$$

ବା VP=ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିରାଙ୍କ............(1)

ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ :

ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ, ତାପମାତ୍ରାରେ 0°Cରୁ ପ୍ରତି 1°C ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ପାଇଁ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ନିଜ ଆୟତନର $\propto$ ($=\frac{1}{273}$ ପ୍ରାୟ) ଗୁଣ ବଢ଼େ ବା କମେ ।

ମନେକର, 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ V_0 । ଚାର୍ଲସଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$1°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ହେବ $V_0+V_0\alpha\ 1$,
$2°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ହେବ $V_0+V_0\alpha \cdot 2$,
... ...
$\therefore\ \theta°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ହେବ $V_0+V_0\alpha\theta$ ।
ଯଦି, $\theta°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ V
ତାହାହେଲେ $V=V_0(1+\alpha\theta)$...........(2)

ସେହିପରି, $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଯଦି କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ V_0 ଏବଂ ତାପମାତ୍ରାକୁ $0°C$ରୁ $\theta°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇଦେବା ପରେ ଯଦି ତାହାର ଆୟତନ V ହୁଏ, ତେବେ ଗ୍ଲର୍ସକଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ $V=V_0(1-\alpha\theta)$ ହେବ ।

ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଇଛି $\alpha=\frac{1}{273}$ ।

$$\therefore\quad V=V_0\left(1-\frac{\theta}{273}\right)$$

ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ $0°C$ରୁ $-273°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦେଲେ,

$$V=V_0\left(1-\frac{273}{273}\right)=V_0\times 0=0$$

ଅର୍ଥାତ୍ $-273°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯିବ ।

$-273°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯାଉଥିବାରୁ ଏହାକୁ ଭିତ୍ତିକରି ତାପମାତ୍ରା ଜାଣିବାକୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରମ ସ୍କେଲ (Absolute scale of temperature) ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । $-273°C$ ତାପମାତ୍ରାକୁ ଏହି ସ୍କେଲରେ ଶୂନ୍ୟ ଡିଗ୍ରୀ ରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, $-273°C=0°$ ପରମ ତାପମାତ୍ରା ['ଡିଗ୍ରୀ ପରମ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ ^0A ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ] । ତେଣୁ, $-273°C=0°A$ । ଏହି ସ୍କେଲରେ ଜଳର ହିମାଙ୍କ ହେଉଛି $273°A$ ଓ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ହେଉଛି $373°A$ ।

ତାପମାତ୍ରାରେ $\theta°C$ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନା ଅନୁସାରେ ପରମ ତାପମାତ୍ରା ଯଦି $T°A$ ହୁଏ,
ତେବେ $T=273+\theta$......... (3)

(2) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$V=V_0\left(1+\frac{\theta}{273}\right)$$

$$\text{ବା, } V=V_0\left(\frac{273+\theta}{273}\right)$$

$$\text{ବା, } V=\frac{V_0T}{273}$$

[$\because$ (3) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ $T=273+\theta$]
$\therefore$ ଫଳରେ $V\alpha T$........... (4)

ଏଣୁ ଚାର୍ଲସଙ୍କ **ନିୟମର** ସଂଜ୍ଞାକୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତମତେ ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ ।

ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ହେଲେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର **ଆୟତନ** ତାର ପରମ ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନୁପାତୀ ।

ଚାପ Pରେ ସ୍ଥିର ଥିବା ସମୟରେ, ଯଦି କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ T_1°A ଓ T_2°A ତାପମାତ୍ରାରେ ଯଥାକ୍ରମେ V_1 ଓ V_2 ହୋଇଥାଏ, ତେବେ ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ,

$V_1 \alpha T_1$ ହେବ ଓ $V_2 \alpha T_2$ ହେବ ।

$$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \ldots\ldots (5)$$

ମନେକର, ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ଥିବା ସମୟରେ 27°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ 10 ଲିଟର ହୋଇଛି । 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଉକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉ ।

$V_1 = 10$ ଲିଟର,

$T_1 = 27 + 273 = 300$°A,

$T_2 = 0 + 273 = 273$°A,

କିନ୍ତୁ, $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

ବା, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \therefore V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1} = 10 \times \frac{273}{300} = 9{\cdot}1$ ଲିଟର ।

$\therefore$ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଉକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ 9·1 ଲିଟର ହେବ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ 13°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇଦେଲେ ତାର ଆୟତନ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଦୁଇଗୁଣ ହୁଏ । ତେବେ ଏ ଅବସ୍ଥାରେ ତାପମାତ୍ରା କେତେ ?

ଏଠାରେ $T_1 = 13 + 273 = 286$°A । ଆମକୁ T_2ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ । ମନେକର, 13°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ $= V_1$ । $\therefore$ ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁଯାୟୀ T_2°A ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ $= 2V_1$,

(5) ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\therefore \text{ ଏଠାରେ, } \frac{V_1}{2V_1} = \frac{286}{T_2}$$

ବା, $T_2 = 572$°A $\quad \therefore T_2 = (572 - 273)$°C

$= 299$°C ।

$\therefore$ 299°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଦତ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ 13°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ତାର ଆୟତନର ଦୁଇଗୁଣ ହୋଇ ଯାଉଛି ।

(2) ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 200 ଘନ ସେ:ମି: ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ 65° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ବାୟୁର ଆୟତନ 65°C ତାପମାତ୍ରାରେ କେତେ ହେବ ?

ଏଠାରେ, $V_1=200$ ଘନ ସେ:ମି:, $T_1=(15+237)=288°A$ ଓ $T_2=(65+273)=338°A$ । ଆମକୁ V_2ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ । (5) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}$$

ବା, $V_2=\frac{T_2}{T_1}.V_1 = \frac{338}{288}\times 200$

$= 234{\cdot}7$ ଘନ ସେ:ମି: ।

∴ 65°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁର ଆୟତନ 234·7 ଘନ ସେ:ମି: ହେବ ।

3.12 ସଂଯୁକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍-ନିୟମ (Combined gas law) :

ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ତାପମାତ୍ରା Tକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, $V\alpha\frac{1}{P}$

ପୁଣି, ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,
ଚାପ (P)କୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, $V\alpha T$

∴ T ଓ P ଉଭୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ, ବୀଜଗାଣିତିକ ସୂତ୍ରାନୁସାରେ $V\alpha\frac{T}{P}$

ବା, $\frac{VP}{T}$ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିରାଙ୍କ । ....(6)

ଏଣୁ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ଓ ଚାପର ଗୁଣଫଳ ତାର ପରମ ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନୁପାତୀ । ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ, ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ନିହିତ ସମ୍ପର୍କକୁ ସଯୁକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍-ନିୟମ କୁହାଯାଏ ।

∴ ତାପମାତ୍ରା $T_1°A$ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ଓ ଚାପ ଯଦି ଯଥାକ୍ରମେ V_1 ଓ P_1 ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରା $T_2°A$ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ଓ ଚାପ ଯଦି ଯଥାକ୍ରମେ V_2 ଓ P_2 ହୁଏ, ତେବେ (6) ସମୀକରଣାନୁସାରେ,

$$\frac{V_1P_1}{T_1}=\frac{V_2P_2}{T_2} \quad .... (7)$$

ପୁନଶ୍ଚ, ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ତାପମାତ୍ରା (T) ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଲେ, $V\alpha\frac{1}{P}$

କିନ୍ତୁ $V\alpha\frac{1}{\rho}$ [ଏଠାରେ, ρ=ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା]

T କୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, $\frac{1}{\rho} \alpha \frac{1}{P}$

ବା, $\rho \alpha P$ .... (8)

ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

ଚାପ (P) ପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ହେଲେ, $V \alpha T$

ମାତ୍ର, $V \alpha \frac{1}{\rho}$

$\therefore$ P କୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, $\frac{1}{\rho} \alpha T$ ।

ବା, $\rho \alpha \frac{1}{T}$ .... (9)

$\therefore$ T ଓ P ଉଭୟ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଲେ (8) ଓ (9)ରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ,

$$\rho \alpha \frac{P}{T}$$

ବା, $\frac{\rho T}{P}$ = ଏକ ସ୍ଥିରଙ୍କ .... (10)

ଏଣୁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ପରମ ତାପମାତ୍ରାର ଗୁଣଫଳ ତାର ଚାପ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ । ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାର ସମ୍ପର୍କ ସଂଯୁକ୍ତ ଗ୍ୟାସ ନିୟମର ଅନ୍ୟତମ ରୂପ କୁହାଯାଏ । $\therefore$ ତାପମାତ୍ରା T_1°A ଥିବା ସମୟରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ଯଦି ଯଥାକ୍ରମେ ρ_1 ଓ P_1 ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରା T_2°A ଥିଲାବେଳେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପର ପରିମାଣ ଯଦି ଯଥାକ୍ରମେ ρ_2 ଓ P_2 ହୋଇଥାଏ, ତେବେ (10) ସମୀକରଣରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ

$$\frac{\rho_1 T_1}{P_1} = \frac{\rho_2 T_2}{P_2} \quad .... (11)$$

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଯଥାକ୍ରମେ 27°C ଓ 740 ମ:ମି: ଥିଲାବେଳେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ 400 ଘନ ସେ:ମି: । ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଯଥାକ୍ରମେ 0°C ଓ 760 ମି:ମି: ହେଉଥିବା ସମୟରେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ କେତେ ହେବ ?

ଏଠାରେ $V_1 = 400$ ଘନ ସେ:ମି:,

$T_1 = 273 + 27 = 300$°A,

$P_1 = 740$ ମି:ମି:

$T_2 = 0 + 273 = 273$°A ଓ $P_2 = 760$ ମି:ମି: ।

ଆମକୁ V_2ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ ।

(7) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ, $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$$\text{ବା, } \frac{740 \times 400}{300} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$\text{ବା, } V_2 = \frac{740 \times 400 \times 273}{760 \times 300}$$

$=354{\cdot}4$ ଘନ ସେ:ମି: (ପ୍ରାୟ)

∴ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 0°C ଓ 760 ମି:ମି: ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଦତ୍ତ ଗ୍ୟାସର ଆୟତନ 354·4 ଘନ ସେ:ମି: ହେବ ।

(2) ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଯଥାକ୍ରମେ 0°C ଓ 760 ମି:ମି: ଥିବା ସମୟରେ ଏକ ଲିଟର ବାୟୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 1·293 ଗ୍ରାମ୍ । ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 27°C ଓ 750 ମି:ମି: ହେବା ସମୟରେ 1 ଲିଟର ବାୟୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେତେ ହେବ ?

(11) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ଆମେ ଜାଣି ଅଛୁ ଯେ,

$$\frac{\rho_1 T_1}{P_1} = \frac{\rho_2 T_2}{P_2}$$

ଏଠାରେ $\rho_1 = 1{\cdot}293$ ଗ୍ରାମ୍/ଲିଟର

$T_1 = 273°A \quad T_2 = (273+27) = 300°A$

$P_1 = 760$ ମି:ମି: $\quad P_2 = 750$ ମି:ମି:

ଆମକୁ ρ_2ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ ।

$$\therefore \frac{1{\cdot}293 \times 273}{760} = \frac{\rho_2 \times 300}{750}$$

$$\text{ବା, } \rho_2 = \frac{1{\cdot}293 \times 273 \times 750}{760 \times 300}$$

$=1{\cdot}16$ ଗ୍ରାମ୍/ଲିଟର ।

∴ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଯଥାକ୍ରମେ 27°C ଓ 750 ମି:ମି: ହେବା ସମୟରେ 1 ଲିଟର ବାୟୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 1·16 ଗ୍ରାମ୍ ହେବ ।

31·3 ସାର୍ବତ୍ରିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଓ ତାର ହିସାବ (Universal Gas Constant and its Calculation) :

ଏକ ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁ (Gramme-molecule) ଗ୍ୟାସ୍ ପାଇଁ P V ଓ Tର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଗଲେ $\frac{PV}{T}$ ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସାର୍ବତ୍ରିକ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ R ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଥାଏ ।

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍ } \frac{PV}{T} = R$$

$$\text{ବା, } PV = RT \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

ଏ ସମୀକରଣକୁ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌ର **ଅବସ୍ଥା–ସମୀକରଣ** (Equation of state of a Perfect Gas) କୁହାଯାଏ ।

'R' କୁ ସାର୍ବତ୍ରିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯିବାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି ଯେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର 1 ଗ୍ରାମ-ଅଣୁ ପାଇଁ 'R' ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

[ମନେରଖ : ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ଓଜନ (Molecular weight) ଗ୍ରାମ୍‌ରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ ତାହାକୁ ଉକ୍ତ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଏକ ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ,

ଉଦ୍‌ଜାନର ଆଣବିକ ଓଜନ=2, ତେଣୁ 1 ଗ୍ରାମ-ଅଣୁ ଉଦ୍‌ଜାନ=2 ଗ୍ରାମ୍
ଅମ୍ଳଜାନର ଆଣବିକ ଓଜନ=32, ତେଣୁ
1 ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁ ଅମ୍ଳଜାନ=32 ଗ୍ରାମ୍
ଓ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳର ଆଣବିକ ଓଜନ=44
ତେଣୁ 1 ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ=44 ଗ୍ରାମ୍ ।

ଏପରି ଭାବରେ ଯେକୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍‌ର 1 ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ-ପାରେ ।]

ନିମ୍ନଲିଖିତ ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣରେ 'R'ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ । ମାନକ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପରେ 1 ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ ଯେକୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ 22·4 ଲିଟର ($=22{\cdot}4\times10^3$ ଘନ ସେ:ମି:) ହୋଇଥାଏ ।

ତେଣୁ, ଏଠାରେ ଆୟତନ (V_0)$=22{\cdot}4\times10^3$ ଘନ ସେ:ମି:
ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ (P_0)$=1{\cdot}013\times10^6$ ଡାଇନ୍/ବର୍ଗ ସେ:ମି:
ମାନକ ତାପମାତ୍ରା (T_0)$=273°A$

∴ (12) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$R=\frac{P_0V_0}{T_0}=\frac{1.013\times10^6\times22{\cdot}4\times10^3}{273}$$
$$=8{\cdot}31\times10^7$$

Rର ଏକକ ହେଉଛି ଏର୍ଗ/ଗ୍ରାମ୍—ଡିଗ୍ରୀ C

∴ $R=8{\cdot}31\times10^7$ ଏର୍ଗ/ଗ୍ରାମ୍—°C ।

ଯଦି ନିଆଯାଇଥିବା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପରିମାଣ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁ ସହ ସମାନ ହୋଇ ନ ଥାଏ, ତେବେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅବସ୍ଥା-ସମୀକରଣ ନିମ୍ନ ପ୍ରକାରେ କରଯାଏ ।

ମନେକର, ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆଣବିକ ଗୁରୁତ୍ୱ=M ଗ୍ରାମ୍ । ତହିଁରୁ m ଗ୍ରାମ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ନିଆଯାଇଛି । ∴ ଏହି ପରିମାଣକୁ ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ ତାର ମୂଲ୍ୟ ହେବ,

$$n=\frac{m}{M}\quad ......(13)$$

∴ ଅନୁରୂପ ଅବସ୍ଥା-ସମୀକରଣଟିକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ ।

$$PV=nRT......(14)$$

31.4 ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଗ୍ରୀଲ୍‌ସଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କ (α) ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଯଦି $0°C$ ଓ $\theta°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ଯଥାକ୍ରମେ V_0 ଓ V ହୁଏ, ତେବେ ଗ୍ରୀଲ୍‌ସଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ

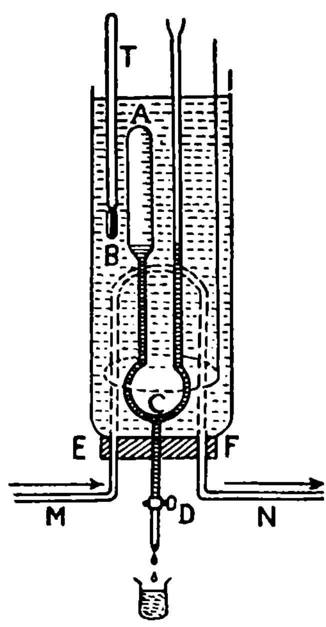
$V=V_0(1+\alpha)$ । αକୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କ (Volume Coefficient) କୁହାଯାଏ ।

ଉକ୍ତ ସମୀକରଣରେ V ଓ θ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ରୈଖିକ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି । ତେଣୁ, ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ଥିବା ସମୟରେ ପରୀକ୍ଷା କରି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଅନୁରୂପ ଆୟତନ ମାପିଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଆୟତନ ଓ ଅନୁରୂପ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଅଙ୍କିତ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆକାର ଯଦି ସରଳ ରୈଖିକ ହୁଏ, ତେବେ ଗ୍ରୀଲ୍‌ସଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ କରଯାଇ ପାରିବ ।

ଏ ରୂପେ ଗ୍ରୀଲ୍‌ସଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ସାଧାରଣତଃ ରେନୌଁଙ୍କ ଉପକରଣର (Regnault's apparatus) ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।

ଏହି ଉପକରଣରେ ଚିତ୍ର 188 ପ୍ରଦର୍ଶିତ ତୁଲ୍ୟ ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର U-ନଳୀ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି U-ନଳୀର ବାମ ପାର୍ଶ୍ୱ ନଳୀର ଉପର ଆଡ଼କୁ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବାଳିଆ ଥଳି (AB) ରହିଥାଏ । ଏହି ଥଳିରେ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ଥାଏ ଏବଂ ଥଳି ସ୍ଥିତ ବାୟୁର ଆୟତନ ମାପିବାକୁ ଥଳିର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଗୋଟିଏ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ ଅଙ୍କିତ ହୋଇଥାଏ ।

ଏହି ସ୍କେଲ ଦେଖି ଥଳିରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନ ଘନ ସେ:ମି: ଆକାରରେ ସୁବିଧାରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାପାଇଁ ସ୍କେଲର ଅଂଶାଙ୍କନ ଉପରୁ ତଳଆଡକୁ କରଯାଇଥାଏ । U-ନଳୀର ଅବଶିଷ୍ଟ ଅଂଶରେ ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ (Sulphuric acid) ରଖାଯାଇଥାଏ । ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ ଏଠାରେ ବାରେମିଟର କାମ ତୁଲଇଥାଏ ଏବଂ ଏହା ଥଳିଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ବାୟୁକୁ ଶୁଷ୍କ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖେ । ଥଳି ଓ U-ନଳୀର କିୟଦଂଶକୁ, ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବା ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତି ପାତ୍ରସ୍ଥ ଜଳରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଜଳ ଧାରଣ କରିଥିବା ଏହି ପାତ୍ରର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଗୋଟିଏ ରବର ଠିପି (EF) ଲଗିଥାଏ । U-ନଳୀର ନିମ୍ନାଂଶରୁ ବାହାରିଥିବା ଗୋଟିଏ କ୍ଷୁଦ୍ରାକାର ଲମ୍ବ କାଚନଳୀକୁ ଏହି ରବର ଠିପିର ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ ପଦାକୁ ଅଣାଯାଏ । ଏହି ନଳୀରେ ଗନ୍ଧକାମ୍ଳର ପ୍ରବାହକୁ ଆବଶ୍ୟକ ସ୍ଥଳେ ବନ୍ଦ କରିଦେବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଠିପି (D) ଲଗିଥାଏ । ରବର ଠିପି ବାଟେ ଜଳ ଥିବା ପାତ୍ରକୁ ତମ୍ବା ନିର୍ମିତ ଏକ ଓଲଟା U-ନଳୀ (MN) ପ୍ରବେଶ କରଯାଇଥାଏ । ଏହି ନଳୀରେ ବାଷ୍ପ ପାତ୍ରସ୍ଥ ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରେ । ପାତ୍ରସ୍ଥିତ

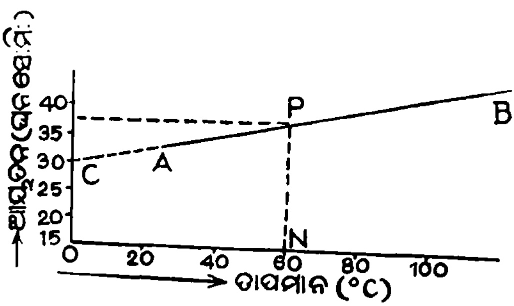


(ଚିତ୍ର 188)

ସମୁଦାୟ ଜଳକୁ ସମପରିମାଣରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବାପାଇଁ ମନ୍ଥକ (Stirrer) ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । ପାତ୍ରସ୍ଥ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ମାପିବାକୁ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର (T)ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।

ପରୀକ୍ଷା ପୂର୍ବରୁ U-ନଳୀର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ଗନ୍ଧକାମ୍ଳର ପତନ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ କରିଦିଆଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଲେ U-ନଳୀ ଭିତରକୁ ଅଧିକ ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ କିମ୍ବା ଠିପିବାଟେ (D) U-ନଳୀ ଭିତରୁ କିଛି ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ କାଢ଼ି ନିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ ଦ୍ୱାରା ଥଳି ଭିତରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନ ମପାଯାଏ ଏବଂ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ମାପି ଦିଆଯାଏ । ଏହା ପରେ ତମ୍ବା ନଳୀବାଟେ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ ବାଷ୍ପ ଛଡ଼ାଯାଏ ଓ ଜଳକୁ ମନ୍ଥନ କରଯାଏ । ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ 5°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କଲା ପରେ, ତା'ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସ୍ଥିର ରଖାଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ, U-ନଳୀର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ପୂର୍ବଭଳି ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ ପତନକୁ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ କରିଦିଆଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଚାପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ଥଳି ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ବାୟୁର ଆୟତନକୁ ମାପି ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରାୟ ପ୍ରତ୍ୟେକ 5°C ମଧ୍ୟାନ୍ତରେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୋଇ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଥଳିସ୍ଥ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ମପାଯାଏ ।

ପରୀକ୍ଷାରୁ ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ପାଇଁ ଅନୁରୂପ ଆୟତନ ଜଣାପଡ଼େ । ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ଆୟତନ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଟାଣିଲେ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆକାର ସରଳ ରୈଖିକ ହୁଏ [ଚିତ୍ର 189ରେ ଏପରି ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି] । ତେଣୁ ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟତା ପ୍ରତିପାଦିତ ହୋଇଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 189)

ପୁନଶ୍ଚ, ଏ ରୂପେ ଅଙ୍କିତ ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ନିମ୍ନୋକ୍ତଭବେ କରଯାଏ ।

ଚିତ୍ର 189 ରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ଆୟତନ ମଧ୍ୟରେ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରଯିବାରୁ AB ସରଳରେଖାଟି ଅଙ୍କିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିକୁ ଆଙ୍କିବା ପାଇଁ X-ଅକ୍ଷ ରେଖାର ମୂଳବିନ୍ଦୁ (Origin)ର ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ରଖାଯାଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ BA ସରଳରେଖାକୁ A ଦିଗରେ ଏପରି ଭବରେ ବର୍ଦ୍ଧିତ କରଯାଉ ଯେ ତାହା ଆୟତନ-ଅକ୍ଷ ବା Y-ଅକ୍ଷକୁ C ବିନ୍ଦୁରେ ଛେଦ କରିବ । ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥଳିସ୍ଥ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ 0°C । ମନେକର, 0°Cର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି V_0 । ପୁନଶ୍ଚ, AB ସରଳରେଖା ଉପରେ ଯେକୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନରେ P ନାମକ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ ନିଆଯାଉ ଓ ଏହି ବିନ୍ଦୁଠାରୁ X-ଅକ୍ଷରେଖାର ଦୂରତା PN ହେଉ । ମନେକରଯାଉ ଯେ, $PN = V$ ଓ $ON = \theta$ । ତେଣୁ, P ବିନ୍ଦୁଟି θ°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥଳି ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଗ୍ୟାସର ଆୟତନକୁ V ବୋଲି ସୂଚାଉଛି ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, $V=V_0(1+\alpha\theta)$

ବା, $\alpha=\frac{V-V_0}{V_0\theta}$......(15)

ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ V, V_0 ଓ θର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇଥିବାରୁ, ବର୍ତ୍ତମାନ (15) ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ସେଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ଲେଖିଲେ αର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେବ । ଏ ରୂପେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ αର ମୂଲ୍ୟ $\frac{1}{273}$ ସହ ସମାନ ହୁଏ ।

ମନେକର, ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ $V_0=30$ ଘନ ସେ:ମି:, $V=36{\cdot}6$ ଘନ ସେ:ମି: ଓ $\theta=60°C$ । ∴ (15) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$\alpha=\frac{V-V_0}{V_0\theta}=\frac{36.6-30}{60\times30}=\frac{6{\cdot}6}{1800}$$
$$=3{\cdot}66\times10^{-3}$$
$$=\frac{1}{273}$$

31.5 ଆୟତନକୁ ସ୍ଥିର ରଖାଗଲେ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାର ନିହିତ ସମ୍ପର୍କ ବା ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଚାପ ନିୟମ :

ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ T ଓ P ଉଭୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ $\frac{PV}{T}$ = ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହୋଇଥାଏ । ଫଳରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ,

$\frac{P}{T}$ = ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେବ ।

∴ ଆୟତନର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ତା'ର ପରମ ସ୍କେଲ ଅନୁଯାୟୀ ମପାଯାଇଥିବା ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନୁପାତୀ ହେବ ।

ମନେକରଯାଉ ଯେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବା 273°A ତାପମାତ୍ରାରେ P_0 ହେଉଛି ଏବଂ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ θ°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବା $(\theta+273)$°A ତାପମାତ୍ରାରେ P ହେଉଛି ।

ଏଠାରେ, $\frac{P_0}{273}=\frac{P}{273+\theta}$

ବା, $P=\frac{P_0(273+\theta)}{273}=P_0(1+\frac{\theta}{273})$

ବା, $P=P_0(1+\alpha\theta)$......(16)

ଏଠାରେ $\alpha=\frac{1}{273}$

α ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଚାପ-ଗୁଣାଙ୍କ (Pressure coefficient) କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଚାପ-ଗୁଣାଙ୍କ ଓ ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ ଉଭୟର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $\frac{1}{273}$ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ (16) ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ ଚାପ-ନିୟମର ସଂଜ୍ଞା ନିମ୍ନୋକ୍ତମତେ ହେବ ।

ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମାତ୍ରା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ; ତାପମାତ୍ରାରେ 0°C ଠାରୁ ପ୍ରତି 1°C ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ପାଇଁ, 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ନିଜ ଚାପର ∝ ($=\frac{1}{273}$ ପ୍ରାୟ) ଗୁଣ ବର୍ଦ୍ଧିଯାଏ, ବା କମିଯାଏ । ଏହା ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ଅନ୍ୟତମ ରୂପ ।

31.6 ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଚାପ-ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଚାପୀୟ ଗୁଣାଙ୍କ (α) ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଯଦି 0°C ଓ θ°C ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ଯଥାକ୍ରମେ V_0 ଓ V ହୁଏ, ତେବେ ଚାପ-ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ

$P=P_0\ (1+\alpha\theta)$ ଏବଂ αକୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଚାପ-ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ P ଓ θ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ରୈଖିକ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି । ତେଣୁ ଆୟତନ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ଥିବା ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କରି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଯାଇ ଅନୁରୂପ ଚାପ ମାପି ଦିଆଯିବା ପରେ, ଯଦି ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳରୁ ଚାପ ଓ ଅନୁରୂପ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଅଙ୍କିତ ଗ୍ରାଫ୍ ସରଳ ରୈଖିକ ହୁଏ, ତେବେ ଚାପ-ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ କରାଗଲା । ଏଥିପାଇଁ ଜଲିଙ୍କ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର (air thermometer) ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ଜଲିଙ୍କ ଉପକରଣ :

ଦୁଇଟି ଲମ୍ବ କାଚନଳୀ (AB ଓ CD) ଜଲିଙ୍କ ଉପକରଣରେ ଲାଗିଥାଏ । ପାରଦପୂର୍ଣ୍ଣ ଏକ ରବରନଳୀ ଦ୍ୱାରା AB ଓ CD ନଳୀଦୁଇଟିକୁ ପରସ୍ପର ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଦିଆଯାଏ । ବାୟୁ ବା ଗ୍ୟାସ୍‌ପୂର୍ଣ୍ଣ ଗୋଟିଏ କାଚଥଳି (E)କୁ CD ନଳୀ ସହ ଯୋଗ କରିଦିଆଯାଏ । ଥଳିଟିକୁ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ଏକ ପାତ୍ରରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ବର୍ଣ୍ଣର ସାହାଯ୍ୟରେ ପାତ୍ରସ୍ଥ ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ । ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ମାପିବାକୁ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟରର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ପାତ୍ରସ୍ଥ ସମୁଦାୟ ଜଳକୁ ସମଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ମନ୍ଥକ ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳକୁ ମନ୍ଥନ କରାଯାଏ । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖିବାଲାଗି AB ନଳୀର ଭୂଲମ୍ବ (Vertical) ଅବସ୍ଥିତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଯାଏ । AB ନଳୀକୁ

ଏପରିଭବରେ ଉପରକୁ ବା ତଳକୁ ରଖାଯାଏ, ଯେପରି CD ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ତା'ର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶରେ ଖୋଦିତ ହୋଇଥିବା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଚିହ୍ନକୁ (F) ସର୍ବଦା ସ୍ପର୍ଶ କରିବ । ତେଣୁ, ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟଥିଲେ ହେଁ ଥଳିରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

ପୂର୍ବରୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ AB ନଳୀକୁ ଏପରି ଏକ ସ୍ଥାନରେ ଲମ୍ବ ଭବରେ ରଖିଦିଆଯାଏ ଯେ CD ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ F ଚିହ୍ନକୁ ଠିକ୍ ଭବରେ ସ୍ପର୍ଶ କରେ । ପାତ୍ରସ୍ଥିତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ଏବଂ AB ଓ CD ନଳୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ (GH) ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଲମ୍ବ ଭବରେ ଥିବା ସ୍କେଲ୍‌ରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହା ପରେ ବର୍ଣ୍ଣର ସାହାଯ୍ୟରେ ପାତ୍ରସ୍ଥିତ ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଏହି ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ପ୍ରାୟ 5°C ଅଧିକ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ସ୍ଥିର ରଖାଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ, AB ନଳୀର ଭୂଲମ୍ବ ଅବସ୍ଥିତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଯାଇ CD ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନକୁ F ଚିହ୍ନ ସହ ଠିକ୍ ଭବରେ ସ୍ପର୍ଶ କରୁଥିବା ଅବସ୍ଥାକୁ ଅଣାଯାଏ ଏବଂ AB ଓ CD ନଳୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ସ୍କେଲରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ଅନୁସାରେ ଥଳିସ୍ଥ ବାୟୁର ଚାପକୁ ବଦଳାଇ ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ, ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ 5°Cରେ ଏ ବିଧି ଅନୁସରଣ କରି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର AB ଓ CD ନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିଣାମ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ମନେକର, ଏ ରୂପେ ପରୀକ୍ଷା କରାଯିବାରୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ H ସେ:ମି: ଏବଂ θ_1, θ_2, θ_3......ଇତ୍ୟାଦି ତାପମାତ୍ରାରେ AB ଓ CD ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ h_1 ସେ:ମି:, h_2 ସେ:ମି:, h_3 ସେ:ମି:.... ଇତ୍ୟାଦି ହେଲା ।

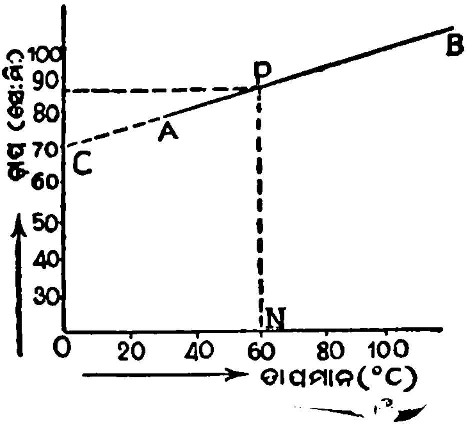
∴ θ_1, θ_2, θ_3.. ଇତ୍ୟାଦି ତାପମାତ୍ରା ଓ ଥଳି ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାୟୁର ଅନୁରୂପ ଚାପ ଯଥାକ୍ରମେ $P_1=(H+h_1)$ ସେ:ମି:, $P_2=(H+h_2)$ ସେ:ମି:, $P_3=(H+h_3)$ ସେ:ମି: ......ଇତ୍ୟାଦି ।

ଏ ରୂପେ ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ପାଇଁ ଅନୁରୂପ ଚାପ ଜଣା ପଡ଼େ । ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଟାଣିଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆକାର ସରଳ ରୈଖିକ । (ଚିତ୍ର 190ରେ ଏପରି ଏକ ଗ୍ରାଫର ନମୁନା ଦିଆଯାଇଛି ।) ଏଣୁ, ଚାପ-ନିୟମର ସତ୍ୟତା ପ୍ରତିପାଦିତ ହେଲା ।

ଚିତ୍ର 190ରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଗ୍ରାଫ ଟାଣିବାରୁ AB ସରଳ ରେଖାଟି ଅଙ୍କିତ ହେଲା । ଏହି ଗ୍ରାଫକୁ ଆଙ୍କିବା ପାଇଁ X-ଅକ୍ଷରେଖାର ଆଦ୍ୟ ବିନ୍ଦୁ (Origin)ର ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ରଖାଯାଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ BA ସରଳ ରେଖାକୁ A ଦିଗରେ ଏପରି ଭବରେ ବର୍ଦ୍ଧିତ କରଯାଉ ଯେ, ତାହା ଚାପ-ଅକ୍ଷ ବା Y ଅକ୍ଷକୁ C ବିନ୍ଦୁରେ

ଛେଦ କରୁ । ମନେକର ଗ୍ରାଫରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ 0° ଥାଇ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି P_0 । ପୁନଶ୍ଚ, AB ସରଳରେଖା ଉପରେ ଯେକୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନରେ P ନାମକ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ ନିଆଯାଉ ଓ ଏହି ବିନ୍ଦୁ ଠାରୁ x-ଅକ୍ଷରେଖାର ଦୂରତା PN ହେଉ । ମନେକରାଯାଉ ଯେ, $PN=P$ ଓ $ON=\theta$ ତେଣୁ, P ବିନ୍ଦୁଟି θ°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥାଇ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପକୁ P ବୋଲି ସୂଚାଉଛି ।

$$P=P_0(1+\propto\theta)$$



(ଚିତ୍ର 190)

$$\text{ବା,}\quad \propto=\frac{P-P_0}{P_0\theta}\ \ldots\ldots\ldots(16)$$

ଗ୍ରାଫ୍ ଦ୍ୱାରା P_1, P_0 ଓ θର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥିବାରୁ, ବର୍ତ୍ତମାନ (16) ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ସେଗୁଡିକର ମୂଲ୍ୟ ଉପସ୍ଥାପନ କଲେ ∝ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେବ । ଏ ରୂପେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ∝ର ମୂଲ୍ୟ $\frac{1}{273}$ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ମନେକର, ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ, $P_0=70$ ସେ:ମି:, $P=85{\cdot}4$ ସେ:ମି: ଓ $\theta=60$°C ।

∴ (16) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$\propto=\frac{P-P_0}{P_0\theta}=\frac{85{\cdot}4-70}{70\times60}=\frac{15{\cdot}4}{70\times60}$$

$$=3{\cdot}66\times10^{-3}=\frac{1}{273}$$

31.7 ଗ୍ୟାସ୍ ଥର୍ମୋମିଟର ବା ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର(Gas thermometer or Air Thermometer) :

ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପକୁ ବଦଳାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା କଠିନ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥଠାରୁ ଅଧିକ ହେଉଥିବାରୁ, ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପାଇଁ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଥର୍ମୋମିଟର ବ୍ୟବହାରେପଯୋଗୀ ପଦାର୍ଥ ରୂପେ ପାରଦ ଅପେକ୍ଷା ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ବ୍ୟବହାର କଲେ ତାପମାତ୍ରା ଅଧିକ ନିର୍ଭୁଲ ହେବ । ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁଯାୟୀ ବାୟୁ ବା କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାରଦ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ନିୟମିତ ହୋଇଥାଏ । ବାୟୁ ବା ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ଏକ ପାତ୍ରରେ ଆବଦ୍ଧ ଥିବା ସମୟରେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ, ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା, କଠିନ ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଉକ୍ତ ପାତ୍ରର ପ୍ରସାରଣଠାରୁ

ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ହୁଏ । ତେଣୁ, ପାତ୍ରର ପ୍ରସାରଣକୁ ଗଣନା ନ କରି ବାୟୁ ବା କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ବାସ୍ତବ ପ୍ରସାରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଗଲେ ବିଶେଷ ଭୁଲ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏଣୁ ଗ୍ୟାସ ଥର୍ମୋମିଟର ବା ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ବ୍ୟବହାର କରି କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଭୁଲ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରେ ।

ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ

$$\frac{PV}{T} = \text{ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।}$$

ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତକୁ ଭିତ୍ତି କରି ଦୁଇପ୍ରକାର ଥର୍ମୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଛି ।

(i) P ର ମୂଲ୍ୟକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, $T \alpha V$ ।

ଯେଉଁପ୍ରକାର ଥର୍ମୋମିଟରରେ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଚାପ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ରଖାଯାଇ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁଯାୟୀ ତା'ର ଆୟତନକୁ ମାପିଦିଆଯାଏ ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ହିସାବ ଦ୍ୱାର କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ, ତାହାକୁ ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ବା ସ୍ଥିର ଚାପ ଗ୍ୟାସ ଥର୍ମୋମିଟର କହନ୍ତି ।

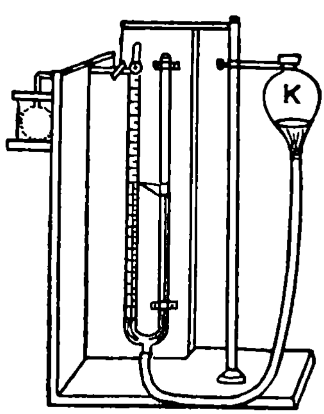
(ii) ପୁନଶ୍ଚ V ର ମୂଲ୍ୟ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିଲେ, $T \alpha P$ ।

ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ଥର୍ମୋମିଟରରେ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ରଖାଯାଇ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁସାରେ ଚାପ ମାପି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ହିସାବ ଦ୍ୱାର କୌଣସି ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ, ତାହାକୁ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ବା ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଥର୍ମୋମିଟର କହନ୍ତି ।

ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର :

ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ବ୍ୟବହୃତ ରେନୌଁଙ୍କ ଉପକରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଗରୁ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା କରଯାଇଛି । ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ବୋଲି କହିଲେ ଅତ୍ୟୁକ୍ତି ହେବନାହିଁ । ମାତ୍ର ଏହାଦ୍ୱାର କୌଣସି ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ସମୟରେ ଅସୁବିଧା ହେଉଥିବାରୁ ଏହାର ଗଠନ ପ୍ରଣାଳୀରେ ସାମାନ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରଯାଏ । ଚିତ୍ର 191 ରେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟରର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ଏହି ଥର୍ମୋମିଟରର U-ନଳୀରେ ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ ନିଆ ନ ଯାଇ ପାରଦ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । U-ନଳୀର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାକୁ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ କରି ଦେବା ପାଇଁ ପାରଦ ଧାରଣ କରିଥିବା ଥଳିଟିକୁ (K) ଆବଶ୍ୟକ ଅନୁଯାୟୀ ଉପରକୁ ବା ତଳକୁ ଖସାଇ ଦେବାର ସୁବନ୍ଦୋବସ୍ତ କରଯାଇଥାଏ ।



(ଚିତ୍ର 191)

ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ, ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ପାଇଁ,

$$\frac{V - V_0}{V_0 \theta} = \alpha \text{ [15 ସମୀକରଣ]}$$

$$\therefore \theta = \frac{V - V_0}{V_0 \alpha} \cdots\cdots (17)$$

ଏଠାରେ, $V = \theta°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ
$V_0 = 0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସର ଆୟତନ

α = ଗ୍ୟାସର ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କ $= \frac{1}{273}$ ।

ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଓ ଗ୍ରାପ୍ ଅଙ୍କନ କରଯାଇ (17) ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ସମସ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉଥିବାରୁ, ବର୍ତ୍ତମାନ ହିସାବକରି θର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ । ଏ ରୂପେ ସ୍ଥିର ଚାପ ଥର୍ମୋମିଟର ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର :

ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଚାପ-ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ କରିବା ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ବ୍ୟବହୃତ ଜଲିଙ୍କ ଉପକରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଗରୁ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କରଯାଇଛି । ଏହା ହେଉଛି ଏକ ପ୍ରକାର ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର । ଏତଦ୍ ଭିନ୍ନ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ସଠିକ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ଆଗରୁ ବୁଝାଇ ଦିଆଯାଇଛି ଯେ, ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମ୍ପର୍କଟି ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ।

$$\frac{P - P_0}{P_0 \theta} = \alpha$$ [16 ସମୀକରଣ]

$$\therefore \theta = \frac{P - P_0}{P_0 \alpha} \quad ......(18)$$

ଏଠାରେ, $P = \theta°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ
$P_0 = 0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ

α = ଗ୍ୟାସର ଚାପ-ଗୁଣାଙ୍କ $= \frac{1}{273}$ ।

ପରୀକ୍ଷା ଓ ଗ୍ରାପ୍ ଅଙ୍କନ କରଯାଇ (18) ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ସମସ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉଥିବାରୁ, ବର୍ତ୍ତମାନ ହିସାବକରି θର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ । ଏ ରୂପେ ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ ।

ତାପମାତ୍ରା ଜାଣିବା ପାଇଁ ସାଧାରଣତଃ ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ଅପେକ୍ଷା ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ବହୁଳ ଭବରେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । କାରଣ, ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ସହଜ ଉପାୟରେ ବ୍ୟବହାର କରି ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ । ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଉଦ୍‌ଜାନ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ (Constant volume hydrogen thermometer) ବହୁଳ ଭବରେ ଗୋଟିଏ ମାନକ (Standard) ଥର୍ମୋମିଟର ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହି ଥର୍ମୋମିଟର ସହ ତୁଳନା କରି ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସଦୃଶ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟରର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତିର ସଠିକତା ପରୀକ୍ଷା କରଯାଇପାରେ ।

ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟରଗୁଡ଼ିକର ଗୁଣ :

(1) ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଇଥିବା ତାପମାତ୍ରାର ବିସ୍ତୃତି (Range of temperature) ପାରଦର ତାପମାତ୍ରା ଅପେକ୍ଷା ଯଥେଷ୍ଟ ବେଶୀ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ, ତାପମାତ୍ରାର ବିସ୍ତୃତି ଅଧିକ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଭୌତିକ ପ୍ରକୃତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ ।

(2) ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇ ଦିଆଗଲେ, ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରସାରଣର ମାତ୍ରା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ପାରଦ ସଦୃଶ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇ-ଥିବା ଥର୍ମୋମିଟରଠାରୁ ଅଧିକ ସୂଗ୍ରାହୀ (Sensitive) ।

(3) ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ, ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁଯାୟୀ, ଅତ୍ୟନ୍ତ ନିୟମିତ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ପାରଦଠାରେ ଏହା ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ ।

ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟରର ଦୋଷ :

(1) ଏହାର ଆକାର ବଡ଼ ହେତୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ପାଇଁ ଏହା ସୁବିଧାଜନକ ନୁହେଁ ।

(2) ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଦିନକୁ ଦିନ ବଦଳି ଯାଉଥିବାରୁ ଗୋଟିଏ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସହଜରେ ମାପିବା ପାଇଁ କୌଣସି ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ ଖଚିତ ହେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

(3) ଚାପର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ବା ବାରୋମିଟରର ଆବଶ୍ୟକତା ଉପଲବ୍ଧ ହୁଏ ।

(4) ଏହାଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ସମୟ ବ୍ୟୟ ହୁଏ । କାରଣ ସିଧାସଳଖ କୌଣସି ସ୍କେଲକୁ ଦେଖି ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀଟିକୁ ତରଳି ଯାଉଥିବା ବରଫରେ ବୁଡ଼ାଇବାରୁ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ତହିଁରେ ଥିବା ବାୟୁର ଚାପ 75 ସେ:ମି: ହେଉଛି । ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ଫୁଟୁଥିବା ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଥଳିଟିକୁ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିବାରୁ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ବାୟୁର ଚାପ 102·4 ସେ:ମି: ହେଉଛି । ପୁନଶ୍ଚ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତପ୍ତ ପଦାର୍ଥରେ ଥଳିକୁ ବୁଡ଼ାଇ ଦେବାରୁ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ବାୟୁର ଚାପ 256·4 ସେ:ମି: ହେଉଛି । ଶେଷୋକ୍ତ ଉତ୍ତପ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ତରଳି ଯାଉଥିବା ବରଫର ତାପମାତ୍ରା $=0°C$ । ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ଫୁଟନ୍ତା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା $=100°C$

$\therefore$ ଏଠାରେ, $P_0=75$ ସେ:ମି:, $P_{100}=102{\cdot}4$ ସେ:ମି: ଓ $\theta=$ତାପ-ମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି$=(100-0)°C=100°C$ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ଦତ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରଥମେ α ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଉ ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, $\alpha=\frac{P_{100}-P_0}{P_0\times\theta}=\frac{102\cdot4-75}{75\times100}=\frac{27\cdot4}{75\times100}$

$=0\cdot00365/°C$

ବର୍ତ୍ତମାନ, ମନେକରାଯାଉ ଯେ ଦତ୍ତ ଉତପ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା $=\theta°C$ ।

କିନ୍ତୁ ଦତ୍ତ ଅଛି ଯେ, $P_0=75$ ସେ:ମି:, $P_\theta=256\cdot4$ ସେ:ମି:, $\alpha=0\cdot00365/°C$

∴ (18) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$\theta=\frac{P_\theta-P_0}{P_0\alpha}=\frac{256\cdot4-75}{75\times0\cdot00365}=662°C$ (ପ୍ରାୟ)

∴ ଦତ୍ତ ଉତପ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା $=662°C$ ।

(2) ତାପମାତ୍ରା 0°C ଓ 60°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳିରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନ ଯଥାକ୍ରମେ 30 ଘନ ସେ:ମି: ଓ 36·6 ଘନ ସେ:ମି: ହେଉଛି । ଥଳିଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଉତପ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦେବାରୁ ଥଳିରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନ 45 ଘନ ସେ:ମି: ହୋଇଯାଉଛି । ଉତପ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଏଠାରେ, $V_0=30$ ଘନ ସେ:ମି:, $V_1=36\cdot6$ ଘନ ସେ:ମି:, $\theta=60°C$ ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, $\alpha=\frac{V_1-V_0}{V_0\theta}$

$=\frac{36\cdot6-30}{30\times60}$

$=\frac{6\cdot6}{30\times60}$

$=0\cdot00366/°C$

ବର୍ତ୍ତମାନ, ମନେକରାଯାଉ ଯେ ଦତ୍ତ ଉତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା $=\theta°C$ ।

କିନ୍ତୁ ଦତ୍ତ ଅଛି ଯେ, $V_0=30$ ଘନ ସେ:ମି:, $V_\theta=45$ ଘନ ସେ:ମି: ଓ $\alpha=0\cdot00366/°C$ ।

∴ (17) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$\theta=\frac{V_\theta-V_0}{V_0\alpha}=\frac{45-30}{30\times0\cdot00366}$

$=\frac{15}{30\times0\cdot00366}$

$=136\cdot6°C$ ।

∴ ଦତ୍ତ ଉତପ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା $=136\cdot6°C$

31·8 ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ର ବା ବାରୋମିଟର :

ଯେଉଁ ଯନ୍ତ୍ରର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇ କୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ, ତାହାକୁ **ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ର** ବା **ବାରୋମିଟର** କହନ୍ତି । ଟରିସେଲିଙ୍କ ପରୀକ୍ଷିତ ଫଳାଫଳକୁ ଭିତ୍ତି କରି ସାଧାରଣ ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ରରେ କାଚ ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥାଏ । **ଫର୍ଟିନଙ୍କ ବାରୋମିଟର** ଏହି ଧରଣର ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଯନ୍ତ୍ର । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଏହାକୁ ବହୁଳ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏତଦ୍ ଭିନ୍ନ, କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇ ନ ଥିବା ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ବାରୋମିଟର ଆଜିକାଲି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଛି । ଏହା ସ୍ଥାନାନ୍ତର ଉପଯୋଗୀ । ଏହାକୁ ଅନାର୍ଦ୍ର ବାରୋମିଟର (Aneroid Barometer) କୁହାଯାଏ ।

(1) ଫର୍ଟିନ୍‌ଙ୍କ ବାରୋମିଟର (Fortin's Barometer) :

ଗୋଟିଏ ଶକ୍ତିଶାଳୀ କାଚନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟକରି ସଠିକ୍ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଆନୁଷଙ୍ଗିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଥାଏ । ପ୍ରଥମେ ଇଟାଲୀୟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଟରିସେଲି ବାୟୁର ଚାପ ମାପିବା ପାଇଁ ଏହା ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲେ । ଟରିସେଲିଙ୍କ ଉଦ୍ଭାବନ ପରେ ପାସ୍କେଲ ମଧ୍ୟ ଏପରି ପଦ୍ଧତି ଅନୁସରଣ କରି ଦୁଇଟି ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଉନ୍ନତ ଧରଣର ବାରୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ପାସ୍କେଲ୍ ସ୍ୱ ଉଦ୍ଭାବିତ ବାରୋମିଟର ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିକୁ ଗୋଟିଏ ପର୍ବତର ପାଦ-ଦେଶରେ ଓ ଅନ୍ୟଟିକୁ ସେହି ପର୍ବତର ଉପରିଭାଗରେ ସ୍ଥାପନାକରି ପ୍ରତ୍ୟେକର ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ । ଏପରିଭାବରେ ପରୀକ୍ଷାକରି ସେ ଜଣାଇ ଦେଲେ ଯେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ।

ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ସରଳ ପାରଦ ବାରୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇପାରେ । ପ୍ରଥମେ ଗୋଟିଏ ମୁହଁକୁ ବନ୍ଦ କରି ପ୍ରାୟ 1 ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ କାଚ ନଳୀରେ ପାରଦ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ନଳୀ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ପାରଦରୁ ବାୟୁ ଫୋଟକାଗୁଡ଼ିକୁ ନିଷ୍କାସିତ କରିଦେବା ପାଇଁ ନଳୀର ଖୋଲା ମୁହଁକୁ ଆଙ୍ଗୁଳି ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦକରି ତାହାକୁ କେତେ ଥର ପାଇଁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯାଏ । ବାୟୁଫୋଟକା ନିଷ୍କାସିତ ହେଲା ପରେ ପାରଦ ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ନଳୀର ଖୋଲାମୁହଁକୁ ଆଙ୍ଗୁଳି ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦ କରାଯାଇ ତାହାର ଖୋଲା ମୁହଁକୁ ସାବଧାନତାର ସହ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ପାରଦ ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ନଳୀର ଖୋଲା ମୁହଁଟି ପାରଦ ଭିତରେ ନିମଜ୍ଜିତ ହେଲା ପରେ ସାବଧାନ ସହକାରେ ତା' ଉପରୁ ଆଙ୍ଗୁଳିଟିକୁ ଖସାଇ ଅଣାଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦର କିୟଦଂଶ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ ଚାଲି ଆସିଛି ଏବଂ ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପାତ୍ରସ୍ଥିତ ପାରଦର ପତ୍ତନଠାରୁ ପ୍ରାୟ 76 ସେ:ମି: ହେଉଛି । ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ପାରଦ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ ଚାଲି ନ ଆସିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ, ନଳୀ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଓଜନ ଏଠାରେ ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ପାରଦର ଉପରି ଭାଗରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ (ବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଓଜନ) ଦ୍ୱାରା ସନ୍ତୁଳିତ (balanced) ହୋଇଯାଉଛି । ତେଣୁ ଏପରିଭାବରେ ନଳୀ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଚାପ ଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହେଉଛି । ସାଧାରଣତଃ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପକୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଦ୍ୱାରା ସେ:ମି ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନରେ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ 76 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ ।

ଏଣୁ ସରଳ ବାରୋମିଟରର ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉପରକୁ କିଛି ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ରହିଯାଇଥାଏ । ଅଥବା ଏହା ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ପାରଦ ବାଷ୍ପ (mercury vapour) ଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନଟିକୁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଭାଷାରେ ଟରିସେଲୀୟ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ (Torricellian Vacuum) କୁହାଯାଏ ।

ଏପରି ଗୋଟିଏ ସରଳ ବାରୋମିଟରରୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ବାରୋମିଟର ପାଠ ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଫର୍ଟିନ୍ ଏହି ସରଳ ବାରୋମିଟରକୁ ଉନ୍ନତ କରି ଏକ ନୂତନ ଧରଣର ସୁଗ୍ରାହୀ ବାରୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ଏ ବାରୋମିଟରକୁ ଫର୍ଟିନ୍‌ଙ୍କ ବାରୋମିଟର କହନ୍ତି ।

ଫର୍ଟିନ୍‌ଙ୍କ ବାରୋମିଟରର ବର୍ଣ୍ଣନା :

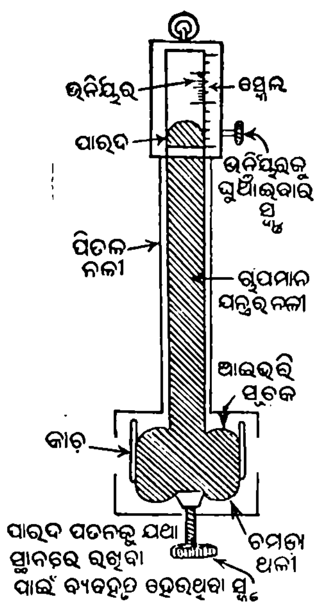
ଫର୍ଟିନ୍‌ଙ୍କ ବାରୋମିଟରରେ କାଚ ନଳୀଟିକୁ ନିରାପଦରେ ରଖିବା ପାଇଁ ତାହାକୁ ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ନଳୀ ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରାଯାଇଥାଏ । କାଚ ନଳୀର ଉପରି ଭାଗରୁ ପାରଦର ପତନକୁ ଦେଖିପାରିବା ପାଇଁ ପିତ୍ତଳ ଆବରଣରେ ଗୋଟିଏ ଆୟତାକାର ଛିଦ୍ର କରାଯାଇ-ଥାଏ । ବାରୋମିଟରରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସାଧାରଣତଃ 70 ସେ:ମି: ଠାରୁ 80 ସେ:ମି: ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ରହୁଥିବାରୁ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରହିଥିବା ପିତ୍ତଳ ଆବରଣର ଆୟତାକାର ଛିଦ୍ରର ଗୋଟିଏ ଧାର ଦେଶରେ ଗୋଟିଏ ସ୍କେଲ ଖୋଦିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ସ୍କେଲର ଅଂଶାଙ୍କିତ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଲାଗି ଗୋଟିଏ ସରୁ ଧାତବ ପଟା ରହିଥାଏ । ଏହି ପଟା ଦେହରେ ଗୋଟିଏ ଭର୍ନିୟର ସ୍କେଲ ଖୋଦିତ ହୋଇଥାଏ । ଭର୍ନିୟରଟିକୁ ଯଥା ସ୍ଥାନରେ ରଖି ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ସଠିକ ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଉକ୍ତ ଧାତବ ପଟା ସହ ଗୋଟିଏ ସ୍କ୍ରୁ ଲାଗିଥାଏ । କାଚ ନଳୀର ନିମ୍ନାଂଶଟି ଗୋଟିଏ ପାରଦ ଧାରଣ କରିଥିବା ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତି କାଚ ପାତ୍ର ଭିତରେ ପାରଦ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥାଏ । ଏହି ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତି କାଚ ପାତ୍ରର ଭୂମି ବା ପାଦଦେଶଟିକୁ ଚମଡ଼ା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ଚମଡ଼ା ସହିତ ତଳ-ଆଡ଼କୁ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ଗୋଟିଏ ସ୍କ୍ରୁ ଲାଗିଥାଏ । ଏହି ସ୍କ୍ରୁଟିକୁ ଉପରକୁ ବା ତଳକୁ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଚମଡ଼ା ଅନୁରୂପ ଭାବରେ ଉପରକୁ ବା ତଳକୁ ଘୁଞ୍ଚିଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ସିଲିଣ୍ଡରାକୃତି କାଚ ପାତ୍ରରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନକୁ ଚାହିଦା ମୁତାବକ ବଦଳାଇ ଦିଆଯାଏ । ଚାପମାପକ ନଳୀର ନିମ୍ନ ଦେଶରେ ଆଇଭରୀ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଏକ ସୂଚକ (ivory pointer) ଥାଏ । ଏହି ସୂଚକଟିର ଅବସ୍ଥିତି, ନଳୀର ଅଗ୍ର ଭାଗରେ ଅବସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିବା ସ୍କେଲଟିର ଶୂନ୍ୟ ଚିହ୍ନିତ ଗାରର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ଦର୍ଶାଇ ଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, ଏହି ସ୍ଥାନରୁ ହିଁ ନଳୀର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମପାଯାଏ । ବାରୋମିଟରର ପିତ୍ତଳ ନଳୀର ଉପରି ଭାଗରେ ଆୟତାକାର ଛିଦ୍ରର ସାମାନ୍ୟ ତଳକୁ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏଥିରୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳଚାପ ମପା ଯାଉଥିବା ସମୟରେ କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରା ମପାଯାଏ । କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ପିତ୍ତଳ ସ୍କେଲଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପରେ 0°C ତାପ-ମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ବାରୋମିଟର ପାଠରେ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ସଂଶୋଧନ କରାଯାଏ, ତାହା ତୃତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟର ଶେଷ ଭାଗରେ ବର୍ଣ୍ଣିତ ହୋଇଛି । ସାଧାରଣତଃ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ସମୁଦାୟ ବାରୋମିଟରଟିକୁ ଗୋଟିଏ କାଚ ଦୁଆର ଲାଗିଥିବା ଲମ୍ବାଳିଆ ଆଲମାରୀ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହି ଆଲମାରୀଟିକୁ କାନ୍ଥ ଦେହରେ ଭୂଲମ୍ବ ଭାବରେ ଯୋଡ଼ିଦିଆଯିବାର ସୁବନ୍ଦୋବସ୍ତ କରାଯାଇଥାଏ ।

ଫର୍ଟିନ୍ ବାରୋମିଟରରୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପଦ୍ଧତି :

ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଫର୍ଟିନ୍‌ଙ୍କ ବାରୋମିଟରରୁ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଣାଳୀ ଅନୁସୃତ ହୁଏ —

(i) ପ୍ରଥମେ ଆଲମାରୀର କାଚ ଦୁଆରଟିକୁ ଖୋଲି ଦିଆଯାଏ ।

(ii) ସିଲିଣ୍ଡରାକୃତି କାଚପାତ୍ରରେ ପାରଦର ପତନ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରାଯାଏ । ଯଦି ଏଥିରେ ଥିବା ପାରଦର ପତନ ଆଇଭରି ସୂଚକର ମୁନିଆଁ ଅଗ୍ର ଭାଗର ସାମାନ୍ୟ ଉପରକୁ ବା ତଳକୁ ରହିଥାଏ, ତା'ହେଲେ ଚମଡ଼ା ସହିତ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ସ୍କ୍ରୁଟିକୁ ମୋଡ଼ି ପାରଦର ପତନକୁ ସୂଚକଟିର ମୁନିଆଁ ଅଗ୍ରଭାଗ ସହ ଠିକ ଭାବରେ ସ୍ପର୍ଶ କରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଫଳରେ ନଳୀଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ନିମ୍ନପ୍ରାନ୍ତଟି ଖୋଦିତ ହୋଇଥିବା ସ୍କେଲର ଶୂନ୍ୟ ଚିହ୍ନିତ ଗାର ଉପରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ ।



(ଚିତ୍ର 192)

(iii) ଭର୍ନିୟରର ଲଘିଷ୍ଠ ମାପ (Least count) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

(iv) ସ୍କ୍ରୁଟିକୁ ମୋଡ଼ି ଭର୍ନିୟର ସ୍କେଲସହ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ଧାତବ ପଟାର ତଳଧାରଟିକୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସହ ସ୍ପର୍ଶ କରାଇଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଖୋଦିତ ହୋଇଥିବା ସ୍କେଲଟିରୁ ମୁଖ୍ୟ-ସ୍କେଲ ପଠନ (Main scale reading) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ଓ ଭର୍ନିୟର ସ୍କେଲରୁ ଭର୍ନିୟର ମେଳ (Vernier coincidence) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଭର୍ନିୟର ସ୍କେଲ ପଠନ ଓ ମୁଖ୍ୟ ସ୍କେଲ ପଠନର ଯୋଗଫଳରୁ ଆମେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଜାଣିପାରୁ । କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପକୁ ଆମେ ଏପରି ଭାବରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଦ୍ୱାରା ସେ:ମି: ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିଥାଉ ।

(v) କୋଠରୀରେ ତାପମାତ୍ରା ଥର୍ମୋମିଟର ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

(vi) ତତ୍‌ପରେ (କ) ସ୍କେଲ ସଂଶୋଧନ ଓ (ଖ) ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସଂଶୋଧନ ପାଇଁ ଗଣନା ଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରୁ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

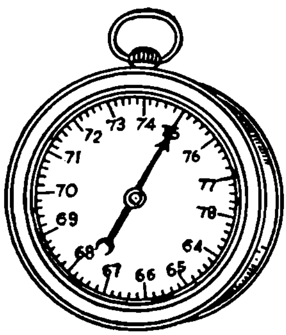
ଏପରି ଭାବରେ ଫର୍ଟିନ୍ ବାରୋମିଟର ଦ୍ୱାରା 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ସ୍ଥାନର ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଦ୍ୱାରା ସେ:ମି: ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନରେ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ 760 ମି:ମି: ବା 76 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ ।

ଅନାର୍ଦ୍ର ବାରୋମିଟର (Aneroid Barometer) :

ଫର୍ଟିନ୍ ବାରୋମିଟର କେବଳ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନରେ ଉପଯୁକ୍ତ ଭାବରେ ସ୍ଥାପନାକରି ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ ।

ଏହାକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରି ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ତେଣୁ, ଏହି ଅସୁବିଧାର ଦୂରୀକରଣ ପାଇଁ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇ ନ ଥିବା ବାରୋମିଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହାକୁ ଅନାର୍ଦ୍ର ବାରୋମିଟର କହନ୍ତି । ଏହାକୁ ଅନାୟାସରେ ନବାଆଣିବା କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ । ଏହା ମୁଖ୍ୟତଃ ଗୋଟିଏ ଆଂଶିକ ଭବରେ ବାୟୁ ଶୂନ୍ୟ କରା ଯାଇଥିବା ଧାତବ ବାକ୍ସ । ଏହି ବାକ୍ସର ମୁହଁଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଅତି ପତଳା ପାରଦ ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦ କରଯାଇ ଥାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ପ୍ରଭବ ଯୋଗୁଁ ଏହି ପରଦାଟି ତଳକୁ ଦବିଯାଏ । ପରଦାଟି ତଳକୁ ଦବିଯିବାଦ୍ୱାରା ତଦ୍‌ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ଭରଦଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ଏହି ଚାପ ଦ୍ୱାରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ହୋଇ ଗୋଟିଏ ସୂଚକ କଣ୍ଟା ଉପରେ ଚାପ ପକାନ୍ତି । ତେଣୁ ସୂଚକ କଣ୍ଟାଟି ଗୋଟିଏ ଗୋଲାକାର ସ୍କେଲ ଉପରେ ଘୂରୁଥାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ପରିମାଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଲେ ଗୋଲାକାର ସ୍କେଲ ଉପରେ ସୂଚକ କଣ୍ଟାର ଅବସ୍ଥିତିରେ ଅନୁରୂପ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ । ଏହି ଗୋଲକାର ସ୍କେଲରୁ ସୂଚକ କଣ୍ଟାର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ଚାହିଁ ଆମେ ଖୁବ୍ ଅଳ୍ପ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଜାଣିପାରୁ । ଗୋଟିଏ ଅନାର୍ଦ୍ର ବାରୋମିଟରର ବାହ୍ୟ ଆକୃତି ଚିତ୍ର 193ରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

31·9 ଜଳ ଓ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ବାରୋମିଟର :



(ଚିତ୍ର 193)

କେବଳ ଯେ ପାରଦ ବ୍ୟବହାର କରଯାଇ ବାରୋମିଟରଟିଏ ନିର୍ମାଣ କରଯାଇପାରିବ, ଏପରି ବିଚାରିବା ଭ୍ରମାତ୍ମକ । ଜଳ ଓ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ଭଳି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରି ବାରୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିବା ସମ୍ଭବ । ଜୋର୍ଡାନ୍ ନାମକ ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ବିଶୁଦ୍ଧ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ବାରୋମିଟର ପାରଦ ବାରୋମିଟର ଠାରୁ ଅଧିକ ସୁଗ୍ରାହୀ (Sensitive) ଅଟେ । ଅର୍ଥାତ୍, ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ସାମାନ୍ୟ ଅଦଳ ବଦଳ ଘଟିଲେ, ନଳୀ ଭିତରେ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଠାରୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର, ଗ୍ଲିସରିନର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସହ ସମପରିମାଣ ବିଶିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ଗ୍ଲିସରିନ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଅତ୍ୟଧିକ ହୋଇଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ପାରଦ ବାରୋମିଟରର ଉଚ୍ଚତା 1 ମିଟର ବା 30 ଇଞ୍ଚ ହୋଇଥାଏ । ତୁଳନାତ୍ମକ ଭବରେ ହିସାବକଲେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉପାୟ ଅବଲମ୍ବନ କରି ଆମେ ଜାଣିପାରିବା ଯେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ବାରୋମିଟରର ବା ଗୋଟିଏ ଜଳ ବ୍ୟବହୃତ ବାରୋମିଟରର ଉଚ୍ଚତା କେତେ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ହେଉଛି ପାରଦର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଅପେକ୍ଷା 13·6 ଗୁଣ କମ୍ । ତେଣୁ ଜଳ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ବାରୋମିଟରର ଉଚ୍ଚତା ପାରଦ ବାରୋମିଟର ଉଚ୍ଚତା ଠାରୁ 13·6 ଗୁଣ ଅଧିକ ହେବ ।

∴ ଜଳ ବ୍ୟବହୃତ ବାରୋମିଟରର ଉଚ୍ଚତା $= (30 \times 13{\cdot}6)$ ଇଞ୍ଚ $= 34$ ଫୁଟ (ପ୍ରାୟ)

ମନେକର, ଜଳ ବ୍ୟବହୃତ ବାରୋମିଟରର ଉଚ୍ଚତା 34 ଫୁଟ ହେବାବେଳେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ବାରୋମିଟର ଉଚ୍ଚତା h ଫୁଟ ହେଉଛି ।

ମାତ୍ର ଜଳ ବ୍ୟବହୃତ ବାରୋମିଟରର ଉଚ୍ଚତା × ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା = ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ବାରୋମିଟରର ଉଚ୍ଚତା × ଗ୍ଲିସରିନ୍ ସାନ୍ଦ୍ରତା

ବା, $34 \times 62{\cdot}5 = h \times 1{\cdot}26 \times 62{\cdot}5$
[∵ ଗ୍ଲିସରିନ୍‌ର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା $= 1{\cdot}26$]
ବା, $34 = h \times 1{\cdot}26$
ବା, $h = 27$ ଫୁଟ

ଉଲ୍ଲିଖିତ ଆଲୋଚନାରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବା ଜଳକୁ ବାରୋମିଟରରେ ବ୍ୟବହାର କଲେ ଆମକୁ ଯଥାକ୍ରମେ 34 ଫୁଟ ବା 27 ଫୁଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ନଳୀ ବ୍ୟବହାର କରି ଫର୍ଟିନ ବାରୋମିଟର ସଦୃଶ ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିବାକୁ ହେବ । ଏପରି ଲମ୍ବାନଳୀ ନିର୍ମାଣ କରିବା ଯେପରି କଷ୍ଟସାଧ୍ୟ, ତହିଁରେ ଆନୁଷଙ୍ଗିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା କରି ତହିଁରୁ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ସ୍ତମ୍ଭ ବା ଜଳ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ମଧ୍ୟ ଆହୁରି ଏକ କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର । ଏଣୁ ଏପରି ବାରୋମିଟର ପ୍ରଚଳିତ ହେଉନାହିଁ ।

31·10 ପାଣିପାଗ ସୂଚନା ପାଇଁ ବାରୋମିଟରର ବ୍ୟବହାର :

ବିବିଧ କାରଣ ଯୋଗୁଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ । ବାରୋମିଟରରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାର ପରିମାଣରେ ହଠାତ୍ ହ୍ରାସ ଘଟିଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ, ସ୍ଥାନୀୟ ଭାବରେ ଲଘୁଚାପ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ତେଣୁ, ଲଘୁଚାପ ଅଞ୍ଚଳକୁ ଗୁରୁଚାପ ଅଞ୍ଚଳଗୁଡ଼ିକରୁ ବାୟୁସ୍ରୋତ ଦ୍ରୁତବେଗରେ ପ୍ରବାହିତ ହେବାର ଆଶଙ୍କା ଥାଏ । ତହିଁରୁ ଝଡ଼ ସୃଷ୍ଟିର ସୂଚନା ମିଳେ ।

ସମୟକ୍ରମେ ବାରୋମିଟର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ କ୍ରମ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ବିଶେଷଜ୍ଞମାନେ ଜଣାଇ ଦିଅନ୍ତି ଯେ ନିକଟ ଭବିଷ୍ୟତରେ ବର୍ଷା ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ରହିଛି । ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ଅପେକ୍ଷା ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଓଜନ କମ୍ । ଏଣୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ପରିମାଣ ଅଧିକ ହେଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟରେ ହ୍ରାସ ଘଟେ । ତଦନୁସାରେ ପାଣିପାଗର ସୂଚନା ମିଳେ ।

31·11 ଉଚ୍ଚତା ଜାଣିବାକୁ ଅନାର୍ଦ୍ର ବାରୋମିଟରର ବ୍ୟବହାର :

ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନରେ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ 76 ସେ:ମି: ଅଟେ ଏବଂ ପ୍ରତି 12 ମିଟର ଉଚ୍ଚତା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ପ୍ରାୟ 1 ମିଲିମିଟର କମି ଯାଏ । ଏଣୁ ଗୋଟିଏ ଅନାର୍ଦ୍ର ବାରୋମିଟରରେ ଥିବା ଗୋଲକାର ସ୍କେଲଟିରେ ଉଚ୍ଚତା ମାପିବା ପାଇଁ ଅଂଶାଙ୍କନ କରଗଲେ, ତାହାକୁ ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚତା ମାପକ ବା ଅଲ୍‌ଟିମିଟର (altimeter) କୁହାଯାଏ । ଉଡ଼ାଜାହାଜରେ ଏପରି ଯନ୍ତ୍ର ଖଚିତ ହୋଇଥାଏ । ଏଣୁ ଉଡ଼ାଜାହାଜ ଚାଳକମାନେ ଗୋଲକାର ସ୍କେଲ ସୂଚକ କଣ୍ଟାର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ଚାହିଁ ଯାତ୍ରାକାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ଏକ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନ ଠାରୁ ଉଡ଼ାଜାହାଜର ଉଚ୍ଚତା ଜାଣିପାରନ୍ତି ।

ସାରକଥା

ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ—ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ତାର ଚାପର ପରିମାଣ ସହପ୍ରତି ଲେମାନୁପାତୀ ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍, VP=ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।

ଚାର୍ଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ—ଚାପର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସର ଆୟତନ ତାପମାତ୍ରାରେ 0°C ଠାରୁ ପ୍ରତି 1°C ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ପାଇଁ, 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ନିଜ ଆୟତନର $\propto (=\frac{1}{273}$ ପ୍ରାୟ) ଗୁଣ ବଢ଼ିଯାଏ ବା କମିଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, $V=V_0(1+\propto\theta)$ ।

କିମ୍ବା, ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ତା'ର ପରମ ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ । ସଂଯୁକ୍ତ ଗ୍ୟାସ-ନିୟମ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ଓ ଚାପର ଗୁଣଫଳ ତାର ପରମ ତାପମାତ୍ରା ସହିତ ସମାନୁପାତୀ । ଅର୍ଥାତ୍, $\frac{VP}{T}$ = ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ । ଏକ ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁ ଗ୍ୟାସ ପାଇଁ P,V ଓ Tର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଗଲେ, $\frac{PV}{T}$ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସାର୍ବଜନୀନ ଗ୍ୟାସ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯାଏ, ଏହା ସାଧାରଣତଃ R ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଥାଏ । $R=8{\cdot}31\times10^{7}$ ଏର୍ଗ/ଗ୍ରାମ 0°C ।

ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ ଚାପ-ନିୟମ—ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସର ଚାପ, ତାପମାତ୍ରାରେ 0°C ଠାରୁ ପ୍ରତି 1°C ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ପାଇଁ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ନିଜ ଚାପର $\propto$ $(=\frac{1}{273}$ ପ୍ରାୟ) ଗୁଣ ବଢ଼ିଯାଏ ବା କମିଯାଏ ।

ସମୁଦ୍ର ପତନରେ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ 76 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଉଚ୍ଚତାର ପରିମାଣରେ ପ୍ରତି 12 ମିଟର ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ 1 ମିଲିମିଟର କମିଯାଏ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. ଚାର୍ଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ପ୍ରମାଣକର ଯେ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ PV=RT ହେବ ।

   ତାପମାତ୍ରା 0°C ଓ ଚାପ 740 ମି:ମି: ହୋଇଥିବା ସମୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପାତ୍ର 1000 ଲିଟର ଗ୍ୟାସ୍ ଧାରଣ କରିଛି । ତାପମାତ୍ରାକୁ 27°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଚାପ କେତେ ହୋଇଯିବ ? (ଉ: 813 ମି:ମି:)

2. ପରମ ତାପମାତ୍ରା କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝାଏ ? ଫାରେନ୍‌ହିଟ୍ ସ୍କେଲ ଅନୁଯାୟୀ 0° ପରମ ତାପମାତ୍ରା ମୂଲ୍ୟ କେତେ ?

   ଚାପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ, 27°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଏପରି ଭାବରେ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲା ଯେ ତାର ଆୟତନ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଦୁଇଗୁଣ ଅଧିକ ହୋଇଗଲା । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା କେତେ ? (ଉ: 372°C)

3. ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣଦ୍ୱାରା ଗ୍ରୁଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ କିପରି ଭବରେ କରଯାଏ ? ଏହି ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳରୁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

ଋପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ତାପମାତ୍ରାକୁ $0°C$ ଠାରୁ କେତେ ଡିଗ୍ରୀ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ତାର ଆୟତନର ଦୁଇଗୁଣ ହୋଇଯିବ ? (ଉ: 273°C)

4. ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ପାଇଁ ଋପ ନିୟମର ସଜ୍ଞା ଲେଖ । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଜଲିଙ୍କ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ନିୟମଟିର ସତ୍ୟାପନ କିପରି କରଯାଇଥାଏ ? ଏହି ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳରୁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଋପ-ଗୁଣାଙ୍କ କିପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

$20°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବାୟୁର ଆୟତନ 100 ଘନ ସେ:ମି: ହେଉଛି । ଋପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ତାପମାତ୍ରାକୁ $50°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ ସେହି ବାୟୁର ଆୟତନ କେତେ ହୋଇଯିବ ?

(ଉ: 110·24 ଘନ ସେ:ମି:)

5. ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନିକ ଗୁଣାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତା'ର ଋପକୁ ହିସାବକୁ ନିଆଯାଏ କାହିଁକି ?

$12°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍କରେ 4 ଗ୍ରାମ୍ ଗ୍ୟାସ ନିଆଗଲା । ତାପମାତ୍ରାକୁ $50°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାରୁ ଫ୍ଲାସ୍କରୁ କିଛି ପରିମାଣର ଗ୍ୟାସ୍ ପଦାକୁ ବାହାରି ଆସିଲା । ଦେଖାଗଲା ଯେ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଋପ ପୂର୍ବବତ୍ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି । ଫ୍ଲାସ୍କରୁ ପଦାକୁ ବାହାରି ଆସିଥିବା ଗ୍ୟାସର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (ଉ; 0·47 ଗ୍ରାମ୍)

6. ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଓ ଗ୍ରୁଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ଏହି ନିୟମ ଦୁଇଟିର ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରମାଣକର ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ $\frac{PV}{T}$ର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ସ୍ଥିର ରହେ ।

ସାର୍ବତ୍ରୀକ ଗ୍ୟାସ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ? ଏହାର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ?

ତାପମାତ୍ରା ଓ ଋପ ଯଥାକ୍ରମେ $10°C$ ଓ 750 ମି:ମି: ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ବାୟୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଯଦି ρ_1 ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଋପ ଯଥାକ୍ରମେ $15°C$ ଓ 760 ମି: ମି: ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ବାୟୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଯଦି ρ_2 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ $\rho_1:\rho_2$ର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ? (ଉ: 5400:5377)

7. ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ କେଉଁଟି ଥର୍ମୋମିଟରରେ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଅଧିକ ଉପଯୋଗୀ ? ଉଭୟଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ତୁଳନାତ୍ମକ ବିଚ୍ଚର କର । ଚିତ୍ର ସହ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟରର ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ଏଥିରୁ କିପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଥର ଥର କରି ତରଳିଯାଉ-ଥିବା ବରଫ ଦ୍ୱାରା ଓ ଫୁଟନ୍ତା ଜଳ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭବିତ କରଯିବାରୁ ତାହାର ଋପ

ଯଥାକ୍ରମେ 60 ସେ:ମି: ଓ 80 ସେ:ମି ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଛି । ସେହି ଥର୍ମୋମିଟରଗୁଡ଼ିକୁ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ଫୁଟନ୍ତା ତରଳ ପଦାର୍ଥଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ କରାଯିବାରୁ ତାହାର ଚାପ 90 ସେ:ମି: ହେଉଛି । ଶେଷୋକ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

(ଉ: 150°C)

8. ଚିତ୍ରସହ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ଚାପ ବାୟୁ ଥର୍ମୋମିଟର ବର୍ଣ୍ଣନା କର । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ଏଥିରୁ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ?

ତାପମାତ୍ରା 0°C ଓ 60°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ଚାପ ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳିରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନ ଯଥାକ୍ରମେ 30 ଘନ ସେ:ମି: ଓ 36·6 ଘନ ସେ:ମି: ହେଉଛି । ସେହି ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳିଟିକୁ ଫୁଟୁଥିବା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ କରାଯିବାରୁ ତାହାର ଥଳିରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନ 50 ଘନ ସେ:ମି: ହେଉଛି । ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

(ଉ: 181·8°C)

9. ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଅମ୍ଳଜାନର ସାନ୍ଦ୍ରତା ହେଉଛି 1·429 ଗ୍ରାମ୍/ଲିଟର । 27°C ତାପମାତ୍ରା ଓ 780 ମି:ମି: ଚାପରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ମଧ୍ୟରେ ଆବଦ୍ଧ କରି ରଖାଯାଇଥିବା ଅମ୍ଳଜାନର ଆୟତନ 2·5 ଲିଟର ହୋଇଛି । ସିଲିଣ୍ଡର ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଅମ୍ଳଜାନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

(ଉ: 3·335 ଗ୍ରାମ୍)

10. ଚିତ୍ର ସହ ଫର୍ଟିନ୍ ବାରୋମିଟର ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଏହି ବାରୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଏହି ବାରୋମିଟର ଦେହରେ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର କାହିଁକି ଖଚିତ ହୋଇଥାଏ ?

ବାରୋମିଟରରୁ ପରିଲକ୍ଷିତ ହୋଇଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ କେଉଁ ପ୍ରକାର ସଂଶୋଧନ କରାଯାଇ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସଠିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ?

11. (କ) ଅନାର୍ଦ୍ର ବାରୋମିଟର କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ? ଏହାର ନିର୍ମାଣ ଓ ଉପଯୋଗ ସମ୍ପର୍କରେ ଏକ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଟିପ୍‌ପଣୀ ଲେଖ ?

(ଖ) ପାରଦ ପରି ଜଳ ଓ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବା ଅନ୍ୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥ କୌଣସି ବାରୋମିଟରରେ କାହିଁକି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ନାହିଁ ?

ପାରଦ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଯଦି 30 ଇଞ୍ଚ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ଅନୁପାତରେ ଜଳ ଓ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ବାରୋମିଟରଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ? (ପାରଦର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା = 13·6 ଓ ଗ୍ଲିସରିନ୍‌ର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା=1·26 ।)

(ଗ) ମାନକ ତାପମାତ୍ରାରେ ସମୁଦ୍ର ପତ୍ତନରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚ୍ଚପ କେତେ ହୋଇଥାଏ ? ଉଚ୍ଚତାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚ୍ଚପ କିପରି ଭବରେ ବଦଳିଯାଏ ?

(ଘ) ଉଚ୍ଚତାମାପକ ରୂପେ ବାରେମିଟର ବ୍ୟବହାର କରଯାଇ ପାରିବ କି ? କେଉଁ କାରଣ ଯୋଗୁଁ ଏପରି ଘଟିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ ?

(ଙ) ବାରେମିଟର ଦ୍ୱାରା କିପରି ପାଣିପାଗର ସୂଚନା ମିଳେ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

ଦ୍ୱାତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

ପଦାର୍ଥର ଆଣବିକ ତତ୍ତ୍ୱ

Molecular Theory of Matter

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷୁଦ୍ର କ୍ଷୁଦ୍ର ବସ୍ତୁକଣିକାମାନଙ୍କର ସମାହାରରେ ଗଠିତ ହୋଇଛନ୍ତି । ଏହି ବସ୍ତୁ-କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ଅଣୁ (Molecule) କୁହାଯାଏ । ଆନ୍ତଃଆଣବିକ ଦୂରତା (Spacing between the molecules) ଓ ଆନ୍ତଃ ଆଣବିକ ବଳରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁର ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ବସ୍ତୁର ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ବୁଝାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆଧୁନିକ ଯୁଗର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଯେଉଁ ତତ୍ତ୍ୱଗୁଡ଼ିକୁ ଉଦ୍ଭାବନ କରିଛନ୍ତି, ସେଗୁଡ଼ିକ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପ୍ରକଳ୍ପ ଉପରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ।

ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ତଥ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦେବା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ନାନା ପ୍ରକାର ପରୀକ୍ଷା କରିଛନ୍ତି ଏବଂ ଏହି ପରୀକ୍ଷାର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକରୁ ବହୁ ଉପାଦେୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହୋଇଛନ୍ତି । ଏପରି ପରୋକ୍ଷ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରି ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ପ୍ରକୃତି ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାନ ଅର୍ଜନ କରିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଆକାରରେ ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷୁଦ୍ର । ସେଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକ ଭାବେ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ବା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ପରିଚାଳିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ କୌଣସି ଏକ ଅଣୁର ଗତିବିଧିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବା ଆୟାସସାଧ୍ୟ । ସ୍ୱଳ୍ପ କେତେକ ଉଚ୍ଚକୋଟୀର ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକୁ ବାଦ ଦେଲେ, ଅଧିକାଂଶ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ସାମୂହିକ ପ୍ରଭାବ ସମ୍ପର୍କରେ ପରୋକ୍ଷ ଭାବରେ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଏ । ସାମୂହିକ ଭାବରେ ଅଣୁର ପ୍ରଭାବ ସମ୍ପର୍କରେ ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୂତ ତଥ୍ୟାବଳୀ ସଂଗ୍ରହ କରିବା ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ସେଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି ତଥା ବିନ୍ୟାସ (Arrangement) ସମ୍ବନ୍ଧରେ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଗ୍ରହଣ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏ ରୂପେ ଉଦ୍ଭାବିତ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ବା ତତ୍ତ୍ୱଗୁଡ଼ିକର ସତ୍ୟାପନ ପାଇଁ ସେମାନେ ପୁଣି ଅନେକ ନୂତନ ଧରଣର ପରୀକ୍ଷା କରନ୍ତି । ଏଥିରୁ ଅଣୁର ସାମୂହିକ ପ୍ରଭାବ ସମ୍ପର୍କରେ ବା ଏକକ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର (Individual Molecules) ବସ୍ତୁ ଉପରେ ହାରାହାରି ପ୍ରଭାବ (Average effects) ସମ୍ପର୍କରେ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଏ । ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ପ୍ରଭାବ ସମ୍ପର୍କରେ ଉଦ୍ଭାବିତ ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ ହିସାବ କରାଯାଇ ଯେଉଁ ଫଳାଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ, ତାହା ଯଦି ଏହି ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳ ସହ ମେଳ ଖାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଦ୍ଭାବିତ ତତ୍ତ୍ୱର ସଠିକତା ବା ସତ୍ୟତା ପ୍ରତିପାଦିତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ସମସ୍ତେ ଏହାକୁ ବିଜ୍ଞାନର ପରିସରଭୁକ୍ତ ଏକ ସତ୍ୟ ରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରିଥାନ୍ତି । ଏପରିଭାବରେ ବିଭିନ୍ନ ପରୀକ୍ଷା କରି ବସ୍ତୁସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ପ୍ରଭାବ ସମ୍ପର୍କରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ବହୁ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରିଛନ୍ତି । ଏତଦ୍ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ଆମେ ସଠିକ ତଥ୍ୟ ଜାଣିବାରେ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଉଁ ।

32.1 ମୌଳିକ ପ୍ରକଳ୍ପ ସମୂହ (Fundamental Assumptions) :

ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ଗୋଟିଏ ତତ୍ତ୍ୱ ଉଦ୍ଭାବନ ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ କତିପୟ ପ୍ରକଳ୍ପର ଆଶ୍ରୟ ନେବାକୁ ହୁଏ । ଏହି ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଗବେଷଣା ଚଳାଇବା

ଏକ ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତ ବିଧି । କାରଣ, କଳ୍ପନାଶ୍ରୟୀ ତତ୍ତ୍ୱଟି ଉଦ୍ଭାବିତ ହେଲା ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ବିଭିନ୍ନ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ତାର ସତ୍ୟାପନ କରିବାକୁ ଯତ୍ନଶୀଳ ହୁଅନ୍ତି । ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳ ଯଦି ତତ୍ତ୍ୱଦ୍ୱାରା ପୂର୍ବରୁ ସୂଚିତ ଫଳାଫଳ ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଉକ୍ତ କଳ୍ପନାଶ୍ରୟୀ ତତ୍ତ୍ୱରେ ନିହିତ ଥିବା କଳ୍ପନାଗୁଡ଼ିକର ସତ୍ୟତା ମଧ୍ୟ ପରୀକ୍ଷିତ ହୋଇଯାଏ ।

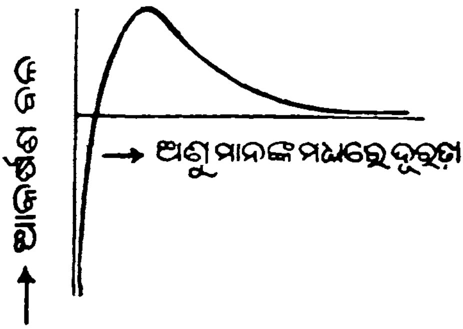
ବସ୍ତୁର ଆଣବିକ ତତ୍ତ୍ୱ ସଂପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ବେଳେ ପ୍ରଥମେ କଳ୍ପନା କରାଯାଏ ଯେ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଅଣୁ ନାମଧେୟ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ସମାହାରରେ ଗଠିତ ହୋଇଛି । କେବଳ ବିଶୁଦ୍ଧ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକରେ ଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବତୋଭାବେ ଏକାପରି ହୋଇଥାନ୍ତି । ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତି ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ମାତ୍ର ସେଗୁଡ଼ିକର ଭୌତିକ ପ୍ରକୃତି ଆନ୍ତଃ ଆଣବିକ ବଳର ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ଏବଂ ଅଣୁ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ସହିତ ଉକ୍ତ ବଳର ସଂପର୍କ ଉପରେ ମଧ୍ୟ ଏହା ନିର୍ଭର କରେ । ପୁଣି, ବସ୍ତୁର ଭୌତିକ ପ୍ରକୃତି ସଂପର୍କରେ ଜାଣିବାକୁ ହେଲେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିକୁ ମଧ୍ୟ ହିସାବକୁ ନେବା ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ।

ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁ ସଂପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ବେଳେ କଳ୍ପନା କରାଯାଏ ଯେ ଏହାର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ନିଉଟନଙ୍କ ଗତି-ନିୟମାବଳୀ ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି । ଅଳ୍ପ କେତେକ ବିଶେଷ ପରିସ୍ଥିତିକୁ ବାଦ ଦେଲେ, ଆମେ କଳ୍ପନା କରିଥାଉ ଯେ ଅଣୁ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘଟନ (Collision) ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ (Elastic) ପ୍ରକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ହୋଇଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଣୁଯୁଗଳର ସଂଘଟନ ପରେ ସେଗୁଡ଼ିକର ସଂବେଗ ଓ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

ପୁନଶ୍ଚ ଆମକୁ କଳ୍ପନା କରିବାକୁ ହୁଏ ଯେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଭାବରେ ଗତିଶୀଳ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ଗତିର ପରିମାଣ ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଭୌତିକ ପ୍ରକୃତି ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆଣବିକ ବଳର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡକୁ ଟାଣି ଦୁଇଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରିବା ପାଇଁ ଆମେ ଯଥେଷ୍ଟ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁ । ଏଥିରୁ ବୁଝାଯାଏ ଯେ କଠିନ ବସ୍ତୁରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ବିନ୍ୟାସ ଏପରି ଭାବରେ ଘଟିଥାଏ ଯେ (ଅର୍ଥାତ୍, ପ୍ରତିବେଶୀ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଏପରିଭାବରେ ସଜେଇ ରହିଥାନ୍ତି) ଯେଉଁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ପ୍ରକାର ଆକର୍ଷଣ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ । ତରଳରୁ କିଛି ଅଂଶ କାଢ଼ି ନେବା ପାଇଁ ଆମକୁ କଠିନ ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ଯଥେଷ୍ଟ କମ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାକୁ ପଡ଼େ ଏବଂ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ମୁକ୍ତଭାବରେ ଛାଡ଼ିଦେଲେ ବାହ୍ୟ ବଳର ସାହାଯ୍ୟ ନ ନେଇ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଆନ୍ତି । ଗୋଟିଏ କଠିନ ବା ତରଳ ବସ୍ତୁର ଆୟତନ କମେଇବା ପାଇଁ ଅତ୍ୟଧିକ ପରିମାଣର ସମ୍ପୀଡ଼ନ-ବଳ (Force of Compression) ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରର ସମୀପବର୍ତ୍ତୀ ହେଉଥିବା ସମୟରେ, ସେଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ବିକର୍ଷଣ-ବଳ (force of repulsion) କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ; ଏଣିକି ଆନ୍ତଃ ଆଣବିକ ଦୂରତା କମିଯାଉଥିବାରୁ ବିକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ । ଅଣୁ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଥିବା

ବଳର ପ୍ରକାର ଓ ପରିମାଣ ସମ୍ପର୍କରେ ବୁଝାଇ ଦେବା ପାଇଁ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ଗ୍ରାଫଟିକୁ (ଚିତ୍ର 194) ଅଙ୍କନ କରାଯାଇଛି । ପ୍ରତିବେଶୀ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ପରିମାଣ ସେଗୁଡ଼ିକର ନିଜ ବ୍ୟାସ ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ସେଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ଉପରେ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ବଳ ଆରୋପ କରି ଥାନ୍ତି । ମାତ୍ର ଆନ୍ତଃ ଆଣବିକ ଦୂରତାର ପରିମାଣ କ୍ରମଶଃ କମିଯିବା ଦ୍ୱାରା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ । ଦୂରତାରେ କ୍ରମହ୍ରାସ ଘଟାଇବାଦ୍ୱାରା

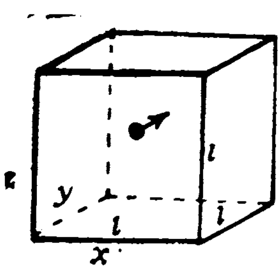


(ଚିତ୍ର 194)

ଏକ କ୍ରାନ୍ତିକ ଦୂରତାରେ ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ସର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ । ତତ୍ପରେ ଆନ୍ତଃ ଆଣବିକ ଦୂରତାରେ ହ୍ରାସ ଘଟାଇବା ଦ୍ୱାରା ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ କମି କମି ଯାଏ ଓ ଶେଷକୁ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯାଏ । ଦୂରତା ଆହୁରି କମିଲେ ଏହା ଏକ ବିକର୍ଷଣ ବଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ତା'ପରେ ଆହୁରି ପାଖକୁ ଗଲେ ଏହି ବିକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରେ ।

32.2 ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ଚାପ (Pressure in a Gas) :

ମନେକର ଗୋଟିଏ ସମଘନ ବାକ୍ସରେ କିଛି ପରିମାଣର ଗ୍ୟାସ୍ ରଖାଯାଇଛି । (ଚିତ୍ର 195) ଏହି ବାକ୍ସଟିର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଧାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l ହେଉ । ପୁଣି, ମନେକର ଯେ ବାକ୍ସସ୍ଥିତ ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍ n_0 ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ ଧାରଣ କରିଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ସମସ୍ତ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିକର ଗତିବିଧିକୁ ବିଚାର କର । ତା'ର ବେଗର ପରିମାଣ v ହେଉ । x, y ଓ z ଦିଗରେ ତାର ବିଯୋଜିତ ବେଗଗୁଡ଼ିକର ମାନ ଯଥାକ୍ରମେ v_x, v_y ଓ v_z ହେଉ ।



(ଚିତ୍ର 195)

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ,

$$v^2 = v^2_x + v^2_y + v^2_z \quad \text{.........(1)}$$

ଅଣୁଟି ଯେତେବେଳେ yz ପୃଷ୍ଠଦେଶ ସହିତ ଧକ୍କା ଖାଇ ଲେଉଟି ଆସୁଛି, ସେତେବେଳେ ତାର ଗତିର ପରିମାଣ (magnitude) ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି, ମାତ୍ର ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ତାର ଗତିର ଦିଗ ବିପରୀତ ଆଡ଼କୁ ହୋଇଯାଉଛି ।

ଅର୍ଥାତ, ଏପରି ଘଟୁଥିବା ବେଳେ,

$v_x = -v'_x$ ହେଉଛି ।

yz ପୃଷ୍ଠଦେଶ ସହିତ ସଂଘର୍ଷ ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଅଣୁଟିର ସଂବେଗ mv_x ହୋଇଛି ଏବଂ ଉକ୍ତ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ସହ ସଂଘର୍ଷ ଘଟାଇ ଅଣୁଟି ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ଧାବିତ ହେବା ସମୟରେ ଏହାର ସଂବେଗ $-mv_x$ ହେଉଛି ।

∴ ଏପରି ଘଟିବା ଦ୍ୱାରା x ଦିଗରେ ସଂବେଗର ମୋଟ ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ $2mv_x$ ହେଉଛି । ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ yz ପୃଷ୍ଠଦେଶ ସହ ଉତ୍ତରୋତ୍ତର (Successive) ଦୁଇଥର ସଂଘର୍ଷ ଘଟାଇବା ସମୟାନ୍ତରରେ ଅଣୁଟି ମୋଟରେ $2l$ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରୁଛି । ତେଣୁ ଦୁଇଟି ଉତ୍ତରୋତ୍ତର ସଂଘାତ (Impact) ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଅଣୁଟି $2l/v_x$ ସମୟ ନେଉଛି ।

∴ ଏକକ ସମୟାନ୍ତରରେ ଅଣୁଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ yz ପୃଷ୍ଠଦେଶ ସହ $v_x/2l$ ଥର ପାଇଁ ସଂଘାତ ଘଟାଉଛି ।

∴ ପ୍ରତି ଏକକ ସମୟାନ୍ତରରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ yz ପୃଷ୍ଠଦେଶ ସହ ସଂଘାତ ଘଟାଇବା ଦ୍ୱାରା ଅଣୁଟିର ସଂବେଗରେ ($2mv_x \times v_x/2l$) ବା $\frac{mv^2_x}{l}$ ପରିମାଣର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଛି ।

ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି-ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରତି ଏକକ ସମୟାନ୍ତରରେ ସଂବେଗରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବଳ (Force) କୁହାଯାଏ । ତେଣୁ ଗତିଶୀଳ ଅଣୁଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ yz ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଉପରେ (ଏବଂ ତାର ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ଥିବା yz ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଉପରେ ମଧ୍ୟ) $\frac{mv^2_x}{l}$ ପରିମାଣର ବଳ ଆରୋପ କରୁଛି । ଏହି ବଳକୁ F_1 ନାମରେ ନାମିତ କରଯାଉ ।

$$\therefore F_1 = \frac{mv^2_x}{l} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନରେ n_0 ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ ରହିଛି । ତେଣୁ l^3 ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାକ୍‌ସଟିରେ ମୋଟ ଅଣୁ ସଂଖ୍ୟା n_0l^3 ହୋଇଛି । ଏହି ସମସ୍ତ ଅଣୁ yz ପୃଷ୍ଠ ଦେଶ ଉପରେ ଆରୋପ କରୁଥିବା ହାରାହାରି ବଳର ମୂଲ୍ୟ F_{yz} ହେଉ ।

$$\therefore F_{yz} = (n_0l^3)\ \frac{m\bar{v}^2_x}{l} = n_0l^2m\bar{v}^2_x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ଏଠାରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ x ଦିଗରେ ବିଯୋଜିତ ହୋଇଥିବା ବେଗର ବର୍ଗଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟକୁ $\bar{v}^2_x$ ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

(1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ଅଣୁଟିର ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ($\frac{1}{2}mv^2$) ମୂଲ୍ୟକୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରକାରେ ଲେଖି ପାରିବା—

$$\tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}mv^2_x + \tfrac{1}{2}mv^2_y + \tfrac{1}{2}mv^2_z$$

ହାରାହାରି ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ବିଚାର କଲେ ବାକ୍‌ସ ସ୍ଥିତ ସମସ୍ତ ଅଣୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି x, y ଓ z ଦିଗ ଆଡ଼େ ସମାନ ତିନିଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ ହୋଇଯାଉଛି ।

$$\text{ତେଣୁ, } \tfrac{1}{2}m\bar{v}^2 = \tfrac{1}{2}m\bar{v}^2_x + \tfrac{1}{2}m\bar{v}^2_y + \tfrac{1}{2}m\bar{v}^2_z$$

$$\text{ଏବଂ } m\bar{v}^2_x = m\bar{v}^2_y = m\bar{v}^2_z = \tfrac{1}{3}m\bar{v}^2 \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

$$3 \text{ ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ, } F_{yz} = \tfrac{1}{3}n_0l^2m\bar{v}^2 \ldots\ldots\ldots (5)$$

ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି ଆରୋପିତ ବଳର ପରିମାଣକୁ ଚାପ କୁହାଯାଏ । ସମଘନ ବାକ୍ସଟିର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ l^2 ହୋଇଛି । yz ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିଶୀଳତା ଯୋଗୁଁ ଆରୋପିତ ଚାପର ପରିମାଣ P ହେଲେ,

$$\therefore P = \frac{F_{yz}}{l^2} = \frac{\frac{1}{3} n_0 l^2 m\overline{v^2}}{l^2}$$

$$= \frac{1}{3} n_0 m\overline{v^2} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

ସମୀକରଣ (6)ରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ବେଗର ବର୍ଗଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟକୁ ହିସାବକୁ ନିଆଯାଇଛି । ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ବେଗ କଦାପି ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇ ନ ଥାଏ । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ଅତି ମନ୍ଥର ଭାବରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥିବା ବେଳେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ଅତି ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥାଏ । ତେଣୁ (6) ସମୀକରଣରେ ଯେଉଁ ଗତିକୁ ହିସାବକୁ ନିଆଯାଉଛି ତାହା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ବେଗର ବର୍ଗ-ଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟର ବର୍ଗମୂଳ । ଏପରି ଗତିକୁ 'ବେଗର ବର୍ଗର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟର' (Root mean Square Velocity ବା ସଂକ୍ଷେପରେ rms ବେଗ କୁହାଯାଏ । ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ଗତିଜ ଶକ୍ତିକୁ ହିସାବକୁ ନେଇ ଆମେ (6) ସମୀକରଣଟିକୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତଭାବେ ଲେଖି ପାରିବା—

$$P = \frac{2}{3} n_0 \left(\frac{1}{2} m\overline{v^2}\right) \ldots\ldots\ldots (7)$$

V ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା N ହେଉ । $\therefore N = Vn_0$ । (7) ସମୀକରଣର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ V ଦ୍ୱାରା ଗୁଣନ କରଯାଉ ।

$$PV = \frac{2}{3} Vn_0 \left(\frac{1}{2} m\overline{v^2}\right)$$

ବା, $PV = \frac{2}{3} N \left(\frac{1}{2} m\overline{v^2}\right) \ldots\ldots\ldots (8)$

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟି ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର (Boyle's law) ଅନ୍ୟ ଏକ ରୂପ ।

32.3 ଗାଣିତକ ଉଦାହରଣ :

(1) ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ 76·0 ସେ:ମି: ପାରଦ ଓ ତାପମାତ୍ରା 0°C ହୋଇଥିବ ସମୟରେ ଯଦି ଅମ୍ଳଜାନର ସାନ୍ଦ୍ରତା (Density) 1·43 କି:ଗ୍ରା:/ (ମି:)³ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର rms ବେଗର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

6 ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$P = \frac{1}{3} n_0 m\overline{v^2}$$

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, $n_0 m = \rho$

$$\therefore P = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}; \text{ ବା, } \overline{v^2} = \frac{3P}{\rho}$$

$$P = h \rho g$$

$= 0{\cdot}760$ ମି: $\times 13{\cdot}6 \times 10^3$ କି:ଗ୍ରା:/ (ମି:)$^3 \times 9{\cdot}8$ମି:/(ସେକେଣ୍ଡ)^2

$= 1{\cdot}013 \times 10^5$ ନିଉଟନ / (ମି:)^2

$$\therefore\ v^2 = \frac{3P}{\rho} = \frac{3\times 1{\cdot}013\times 10^5 \text{ ନିଉଟନ } / (\text{ମି:})^2}{1{\cdot}43 \text{ କି:ଗ୍ରା: } / (\text{ମି:})^3}$$

$$= 2{\cdot}12\times 10^5\ (\text{ମି:})^2/(\text{ସେକେଣ୍ଡ})^2$$

$$\therefore\ v = 461 \text{ ମି:/ସେକେଣ୍ଡ}$$

∴ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର rms ବେଗର ମୂଲ୍ୟ 461 ମି:/ସେକେଣ୍ଡ ।

ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ସମ୍ମିଳିତ ଗ୍ୟାସ୍ ନିୟମ (Combined Gas law) ସଂପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିଛୁ । ଏହି ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$VP = nRT$.........(9);

ଏଠାରେ n=ଆଧାରିତ ଗ୍ୟାସର ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର (Gram-molecules) ସଂଖ୍ୟା,

R=ସାର୍ବତ୍ରିକ ଗ୍ୟାସ୍ ସ୍ଥିରାଙ୍କ

ଓ T=ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପରମ ତାପମାତ୍ରା

8 ଓ 9 ସମୀକରଣ ଦୁଇଟିକୁ ତୁଳନା କରିବା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ଜାଣି ପାରୁଛୁ ଯେ,

$$\tfrac{2}{3}N\left(\tfrac{1}{2}m\overline{v^2}\right) = nRT \text{ .... (10)}$$

ମନେକରାଯାଉ ଯେ, N_0=ଏଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ; ଅର୍ଥାତ୍ ଏହି ସଂଖ୍ୟାଟି ଏକ ଗ୍ରାମ ଅଣୁରେଥିବା ଅଣୁଗୁଡିକର ସଂଖ୍ୟାକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଛି ।

$$\therefore\ n = \frac{N}{N_0}$$

$$\therefore\ \tfrac{2}{3}\left(\tfrac{1}{2}m\overline{v^2}\right) = \frac{R}{N_0}T \text{ .... (11)}$$

$$\text{ବା, } \tfrac{1}{2}m\overline{v^2} = \tfrac{3}{2}\frac{R}{N_0}T = \tfrac{3}{2}kT \text{.........(12)}$$

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ସ୍ଥିତ ଗୋଟିଏ ଅଣୁର ହାରାହାରି ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପରମ ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

12 ସମୀକରଣରେ k ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଥିବା ସାର୍ବତ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କଟିକୁ 'ବୋଲ୍‌ଜମାନ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ' (Boltzmann Constant) କୁହାଯାଏ । ସାର୍ବତ୍ରିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ (R) ଓ ଏଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା (N_0) ସହ ଏହି ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସଂପର୍କ ରହିଛି—

$$k = \frac{R}{N_0} \text{ .... (13)}$$

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, $R = 8{\cdot}31$ ଜୋଲ/ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁ

ଓ $N_0 = 6{\cdot}023\times 10^{23}$ ଅଣୁ / ଗ୍ରାମ-ଅଣୁ

$$\therefore\ k = \frac{8{\cdot}31 \text{ ଜୋଲ୍/ଗ୍ରାମ୍-ଅଣୁ—k}^\circ}{6{\cdot}031\times 10^{23} \text{ ଅଣୁ/ଗ୍ରାମ-ଅଣୁ}}$$

$$= 1{\cdot}38\times 10^{-23} \text{ ଜୋଲ୍/ଅଣୁ-k}$$

12 ସମୀକରଣରୁ ମନେହୁଏ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଗ୍ୟାସ୍‌ପାଇଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକକ ଅଣୁ ପ୍ରତି ହାରାହାରି ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଏକ-ପରମାଣୁକ (Monoatomic) ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଗ୍ରାମ-ଆଣବିକ ତାପଗ୍ରାହିତାର (Molar Heat Capacity) ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟଶଃ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ । ବହୁ ପରମାଣୁକ (Polyatomic) ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଓ କମ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ଉଦ୍ଭବ ହେଉଥିବା ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣକୁ ହିସାବକୁ ନେବା ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଛି ।

12 ସମୀକରଣରୁ ମଧ୍ୟ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର rms ବେଗର ପରିମାଣ ସେଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବର୍ଗମୂଳ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

$$\frac{1}{2}m_1\overline{v_1}^2=\frac{1}{2}m_2\overline{v_2}^2$$

$$\frac{v_{1,\,rms}}{v_{2,\,rms}}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}= \text{ଏକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ} \;\ldots\ldots\ldots\; (14)$$

32.4 ହାରାହାରି ମୁକ୍ତ ପଥ (Mean Free Path) :

ଉକ୍ତ ସୂତ୍ର ବ୍ୟୁତ୍ପତ୍ତି କଲାବେଳେ ଆମେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ପରସ୍ପର ସଂଘାତ ବିଷୟରକୁ ନେଇ ନାହୁଁ । ଅବଶ୍ୟ, ଧାରିତ ପାତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଇତସ୍ତତ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ବହୁବାର ସଂଘାତ ଘଟାନ୍ତି; ମାତ୍ର ଏପରି ସଂଘାତ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ପ୍ରକୃତିବିଶିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବାରୁ ସେଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତି କ୍ଷୟ ଘଟେ ନାହିଁ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

ଦୁଇଟି ଉତ୍ତରୋତ୍ତର ସଂଘାତ ଘଟିବା ଅବସରରେ ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ହାରାହାରି ଯେତିକି ପଥ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ ତାର ହାରାହାରି ମୁକ୍ତପଥ (Mean free path) କୁହାଯାଏ । ଏହାର ପରିମାଣ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକର ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ :

(i) ଏକକ ଆୟତନ ମଧ୍ୟରେ ଅବସ୍ଥାନ କରିଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା (n_o),
(ii) ଅଣୁର ବ୍ୟାସ (d), ଓ
(iii) ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଆପେକ୍ଷିକ ଗତି ।

ଆମେ ହାରାହାରି ମୁକ୍ତ ପଥର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ସ୍ଥାପନ କରି ପାରିବା । ଗତିଶୀଳ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରିବାଦ୍ୱାରା ସଂଘାତ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ଏପରି ସ୍ଥଳେ ସଂଘାତ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ (Collision cross-section)ର ମୂଲ୍ୟ πd^2 ହେଉଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ଦୁଇଟି ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ପରିମାଣ d ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ସେଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ସଂଘାତ ଘଟାଇ ପାରୁଛନ୍ତି । ଯଦି ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଅଣୁ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ରହନ୍ତେ, ତାହାହେଲେ t ସମୟାନ୍ତରରେ ମୋଟ ସଂଘାତଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟା $n_o\pi d^2 v_r t$ ହୁଅନ୍ତା । କାରଣ, ଏପରି ସ୍ଥଳେ ମୋଟ ସଂଘାତର ସଂଖ୍ୟା πd^2 ଅନୁପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ $v_r t$ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡରରେ ଥିବା ମୋଟ ଅଣୁର ସଂଖ୍ୟା ସହିତ ସମାନ ହୁଅନ୍ତା । [ଏଠାରେ, v_r= ଗତିଶୀଳ ଅଣୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ବେଗ ।] ଅଣୁଟି t ସମୟାନ୍ତରରେ vt ପଥ ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବାରୁ, ଏପରି ସ୍ଥଳେ ଦୁଇଟି ଉତ୍ତରୋତ୍ତର ସଂଘାତ ଘଟିବା ଅବସରରେ ସେ ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ପଥର ପରିମାଣ vt ଓ ସଂଘାତଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ସଂଖ୍ୟାର ଭାଗଫଳ ସହ ସମାନ ହୁଅନ୍ତା ।

ଅର୍ଥାତ୍, $t=\dfrac{vt}{n_o\pi d^2 v_r t}$

ମାତ୍ର ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ଅଣୁ ସ୍ଥିର ରହେ ନାହିଁ । ତେଣୁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଅଣୁର ବେଗ v_r ହେବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ଗାଣିତିକ ହିସାବ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇ ପାରିବ ଯେ, ହାରହାରି ଭାବରେ $\frac{v}{v_r}$ ର ମୂଲ୍ୟ $\frac{1}{2}$ ସହ ସମାନ ।

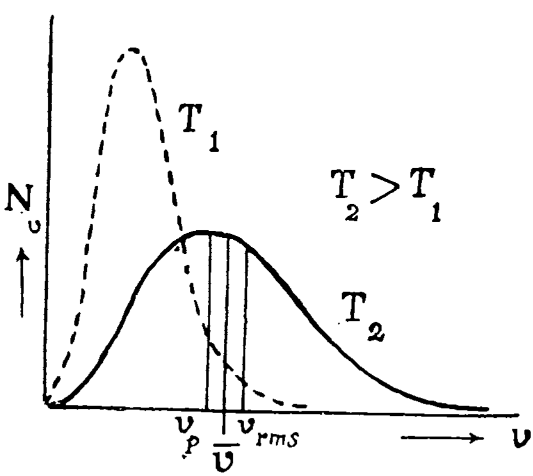
$$\therefore t = \frac{1}{\pi\sqrt{2}n_0 d^2} \ldots\ldots\ldots (15)$$

32.5 ଆଣବିକ ଗତି ବିତରଣ (Distribution of molecular speeds):

ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଅଣୁର ବେଗ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇ ନ ଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ମନ୍ଥରଭାବରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦ୍ରୁତବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥାଏ । କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ସ୍ଥିତ ଅଣୁମାନଙ୍କର ଗତିର ବିତରଣ ସେହି ଗ୍ୟାସର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଅବିସ୍ମରଣୀୟ ବ୍ରିଟିଶ ବୈଜ୍ଞାନିକ କ୍ଲାର୍କ ମାକ୍‌ସ୍‌ୱେଲ୍ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିର ବିତରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଏକ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ସଂସ୍ଥାପନ କରିଥିଲେ । ଯଦି $N_v \triangle v$ ସଂଖ୍ୟକ ଗତିଶୀଳ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିର ପରିମାଣ v ଓ $v + \triangle v$ ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ମାକ୍‌ସ୍‌ୱେଲ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ରାନୁଯାୟୀ

$$N_v \triangle v = 4\pi N \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} v\, e^{-(mv^2/2kT)} \triangle v \ldots\ldots (16)$$

vକୁ X—ଅକ୍ଷରେଖାରେ ଓ N_v କୁ y-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ନେଇ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କଲେ ତାର ଆକାର ଚିତ୍ର ସଦୃଶ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ 'ବିତରଣ ବକ୍ର' (Distribution curve) କୁହାଯାଏ । କୌଣସି, ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ଅଙ୍କିତ ହେଉଥିବା ଏପରି ଏକ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆକୃତି କେବଳ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଲେ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆକୃତି କିପରିଭାବରେ ବଦଳିଯାଏ, ତାହା ମଧ୍ୟ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ବିତରଣ ବକ୍ରରୁ N_vର ସର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ମୂଲ୍ୟ ଜଣାପଡ଼ିଯାଏ । N_vର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ଅନୁରୂପ (Corresponding) vର ମୂଲ୍ୟ ଗ୍ରାଫରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏପରିଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବା vର ମୂଲ୍ୟକୁ 'ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସମ୍ଭାବ୍ୟ



(ଚିତ୍ର 196)

ଗତି' (Most probable speed) କହନ୍ତି । ଚିତ୍ରରେ ଏହାକୁ v_p ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ବିତରଣ ବକ୍ରର ଆକୃତି v_pର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ସମାନ ହୋଇ ନ ଥାଏ । ଚିତ୍ରରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ହାରାହାରି ଗତିର $(\bar{v})$ ପରିମାଣ v_p ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଛି ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର rms ଗତିର v_{rms} ପରିମାଣ $\bar{v}$ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଛି ।

32.6. ସଂସଂଜନ ଓ ଆସଂଜନ (Cohesion and adhesion) :

ସମଜାତୀୟ ବା ଏକାପରି ହୋଇଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବଳଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଆକୃଷ୍ଟ ହୁଅନ୍ତି, ତାହାକୁ ସଂସଂଜନ-ବଳ ବା ସଂସକ୍ତି-ବଳ (Force of cohesion) କୁହାଯାଏ । କଠିନ ବସ୍ତୁରେ ସଂସଂଜନ ବଳ ଅତ୍ୟଧିକ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ, କଠିନ ବସ୍ତୁରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରର ପାଖାପାଖି ହୋଇ ରହିଥାଆନ୍ତି । ଏହାକୁ ଭାଙ୍ଗିଦେବା ପରେ ପୁନରାୟ ତନ୍ନିହିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇ ସଂସଂଜନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ଗୋଟିଏ ଲୁହାବାଡ଼ିକୁ ଭାଙ୍ଗିବା ପରେ କୌଣସି ପ୍ରକାରେ ଯୋଡ଼ା-ଯୋଡ଼ି କରି ପୁନରାୟ ଗୋଟିଏ ଦଣ୍ଡରେ ପରିଣତ କରାଯାଇ ପାରେ । ମାତ୍ର ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ଭଙ୍ଗା ଅଂଶଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ପୂର୍ବଭଳି ସଂସଂଜିତ ହୋଇ ପାରନ୍ତି ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ଯଦି ଲୁହାକୁ ନରମ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ ଓ ଗୋଟିଏ ହାତୁଡ଼ି ସାହାଯ୍ୟରେ ପିଟାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରର ଅତି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇ ପାରନ୍ତି । ଏପରି ଘଟିବା ଦ୍ୱାରା ସେଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ସଂସଂଜନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଏକତ୍ର ଯୋଡ଼ି ହୋଇ ଯାଆନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ଆମେ ଏପରି ଅଭିକ୍ରିୟାକୁ 'ଝଳେଇ କରିବା' (Welding) ବୋଲି କହୁ । ଧାତବ ବସ୍ତୁଟି ତରଳିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାକୁ ସ୍ଥାନୀୟଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଗଲେ ତନ୍ନିହିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପୁନରାୟ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ସଂସଂଜନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଅବସ୍ଥାକୁ ଚାଲି ଆସନ୍ତି । ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ଦୁଇଟି ଲୌହପିଣ୍ଡ ବା ଦୁଇଟି କାଚଖଣ୍ଡକୁ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ କରାଗଲେ ସେମାନେ ସଂସଂଜନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ପୂର୍ବକ ପରସ୍ପର ସହ ଯୋଡ଼ିହୋଇ ଯାଆନ୍ତି ନାହିଁ । ଏପରି ଘଟିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ସେଗୁଡ଼ିକର ପୃଷ୍ଠଦେଶକୁ କେବଳ ପରସ୍ପର ସହ ସ୍ପର୍ଶ କରାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ମିଳିତ ହେଉଥିବା ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ଅଣୁ ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରି ପାରନ୍ତି । ଯଦି ମିଳିତ ହେଉଥିବା ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠଦେଶକୁ ଏପରିଭାବରେ ମସୃଣ କରାଯିବ ଯେ ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠଦେଶସ୍ଥ ଅଧିକାଂଶ ଅଣୁ ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶକରି ପାରିବେ, ତାହାହେଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ ସ୍ୱତଃ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ସଂସଂଜନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ପରସ୍ପର ସହ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଯିବେ । ନିତ୍ୟ ବ୍ୟବହାର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଏପରି ମସୃଣ ହୋଇ ନ ଥିବାରୁ ସଂସଂଜନ ବଳର ପ୍ରଭାବ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ବା ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ରଣରେ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଆକୃଷ୍ଟ ହୁଅନ୍ତି । ବିଷମ ଜାତୀୟ ବା ଏକାପରି ହୋଇ ନ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଆକୃଷ୍ଟ ହୁଅନ୍ତି, ତାହାକୁ ଆସଂଜନ ବଳ (Force of adhesion) କୁହାଯାଏ । ଏହି ବଳର ପ୍ରୟୋଗ ହେତୁ କାଠର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଅଠା (Glue) ଲାଗିରହେ ଓ ପିତଳର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଝୁଣାଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଥିବା ଏକ ପ୍ରକାର ଅଠା ଲାଗିରହେ । ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ରଣରେ ଆସଂଜନ ବଳଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ପରିମାଣ ସଂସଂଜନ ବଳଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ପରିମାଣଠାରୁ ଅଧିକ ବା ଅଳ୍ପ ହୋଇପାରେ ।

ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ପରସ୍ପର ସହ ସଂଲଗ୍ନ ହୋଇ ରହିଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ମିଳିତ ହୋଇଥିବା ପୃଷ୍ଠଦେଶଦ୍ୱୟର ପ୍ରକୃତି ଏହି ଉଭୟ ପ୍ରକାର ବଳଗୁଡ଼ିକର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିମାଣ (Relative magnitude) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

32.7 ବିସରଣ (Diffusion) :

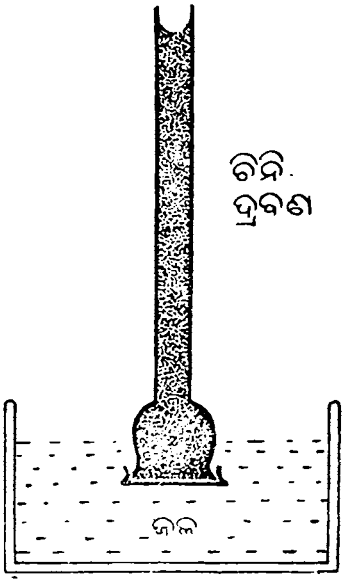
ବାୟୁସ୍ରୋତ ସଂଚରିତ ହେଉ ନ ଥିବା ଏକ ରୁଦ୍ଧ ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ ଗୋଟିଏ ଆମୋନିଆ ଧାରିତ ବୋତଲର ଠିପି ଖୋଲିଦେଲେ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଗନ୍ଧ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ସାରା ବ୍ୟାପି ଯାଏ । ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ନିଜର ଗତିଶୀଳତା ଯୋଗୁଁ ସାରା ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ ଖେଳାଇ ହୋଇ ଯାଉଥିବାରୁ ଏପରି ଘଟେ । ରୁଦ୍ଧ ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ ଥିବା ବାୟୁ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରି ପରସ୍ପରର ପାଖାପାଖି ହୋଇ ଖୁନ୍ଦାଖୁନ୍ଦି ଭାବରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ନାହିଁ । ବାୟୁ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଆପେକ୍ଷିକ ଭାବରେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ରହିଥାଆନ୍ତି । ତେଣୁ ଆମୋନିଆ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ବାୟୁ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫାଙ୍କ ବା ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ବାଟେ ନିର୍ବିଘ୍ନରେ ଯାତାୟାତ କରି ପାରନ୍ତି । ଅବଶ୍ୟ, ସାମୟିକ ଭାବରେ ସେଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଆଣବିକ ଗତି (Molecular motion) ଯୋଗୁଁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ସହ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇଯିବାର ପଦ୍ଧତିକୁ ବିସରଣ (Diffusion) କୁହାଯାଏ । ଉଲ୍ଲିଖିତ ଉଦାହରଣରେ ବାୟୁ ଓ ଆମୋନିଆ ବିସରଣଜନିତ ପରସ୍ପର ସହ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇଯିବାର ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି । ଯଦି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଗୋଟିଏ କ୍ଷୁଦ୍ରାକୃତି ପାତ୍ରରେ ବନ୍ଦ କରି ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଯଦି ସେହି ଗ୍ୟାସର ଚାପକୁ କମାଇ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ ବିସରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ରୁତ ହାରରେ ବଢ଼ିଯାଏ । କାରଣ ଚାପରେ ହ୍ରାସ ଘଟିବା ହେତୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଆପେକ୍ଷିକ ଭାବରେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଅଧିକ ଦୂରେଇ ଯାଆନ୍ତି ଏବଂ ବାୟୁ ଅଣୁ ଓ ଉକ୍ତ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ସାମୟିକ ଭାବରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ସଂଘାତର ମାତ୍ରା କମିଯାଏ ।

ଗ୍ୟାସୀୟ ଓ ତରଳ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକରେ ବିସରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ନିମ୍ନରେ ତରଳ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ବିସରଣ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି । ଗୋଟିଏ ଜଳଧାରିତ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ କିଛି କପର୍ ସଲଫେଟ୍ ଦାନା ପକାଯାଉ । କପର୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହେବାକ୍ଷଣି ଦେଖାଯିବ ଯେ ପାତ୍ରର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଥିବା ଜଳ ପ୍ରଥମେ ନୀଳବର୍ଣ୍ଣ ଧାରଣ କରୁଛି ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ଏହା ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଉପରଆଡ଼କୁ ବ୍ୟାପି ଯାଉଛି । କେତେ ସପ୍ତାହ ପରେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ପାତ୍ରସ୍ଥ ସମସ୍ତ ଜଳ ନେଳିଆ ପଡ଼ିଯାଇଛି । ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ (Convection Current) ଯୋଗୁଁ ଜଳ ଏପରି ନେଳିଆ ହୋଇଯାଉଛି ବୋଲି ବିଚାରିବା ଠିକ୍ ନୁହେଁ । କାରଣ, କପର୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଜଳଠାରୁ ଅଧିକ । ଯଦି କପର୍ ସଲଫେଟ୍ ଦାନାଗୁଡ଼ିକୁ ପାତ୍ରସ୍ଥ ଜଳର ଉପରିଭାଗରେ ରହିବା ଭଳି ସୂତା ସାହାଯ୍ୟରେ ଝୁଲାଇ ଦିଆଯାଇଥା'ଆନ୍ତା, ତାହାହେଲେ ସମୁଦାୟ ଜଳ ଶୀଘ୍ର ନେଳିଆ ବର୍ଣ୍ଣ ଧାରଣ କରିଥା'ଆନ୍ତା ଏବଂ ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଯୋଗୁଁ ଏପରି ଘଟିଥା'ଆନ୍ତା ।

କଠିନ ବସ୍ତୁବାଟେ ମଧ୍ୟ ଗ୍ୟାସୀୟ ବା ତରଳ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ବିସରଣ ଘଟିଥାଏ । ହାଲୁକା ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ଗୋଟିଏ ସରନ୍ଧ୍ର (Porous) ମାଟିପାତ୍ର ବାଟେ ଯାତାୟାତ କରିପାରୁଥିବାର ପ୍ରମାଣ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପାଇପାରିଛନ୍ତି ।

32.8 ରସାକର୍ଷଣ ବା ଅସ୍‌ମୋସିସ୍ (Osmosis) :

ଚର୍ମପତ୍ର (Parchment) ବା ପନିପରିବା ଜାତୀୟ କେତେକ ବସ୍ତୁ ନିଜଠାରେ ଥିବା ସୂକ୍ଷ୍ମ ରନ୍ଧ୍ରଗୁଡ଼ିକ ଭିତର ଦେଇ କେତେକ ପ୍ରକାର ଅଣୁକୁ ଗତିଶୀଳ କରାଇ ପାରୁଥିବା ସ୍ଥଳେ ଆଉ କେତେ ପ୍ରକାର ଅଣୁ ସେମାନଙ୍କଠାରେ ଥିବା ସୂକ୍ଷ୍ମ ରନ୍ଧ୍ରଗୁଡିକ ବାଟେ ଯାତାୟାତ କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରୁ ଉଲ୍ଲିଖିତ ଉକ୍ତିର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ବୁଝି ହେବ ।



ରସାକର୍ଷଣ

(ଚିତ୍ର 197)

ଗୋଟିଏ ଥିସ୍‌ଲ୍ ନଳୀର ମୁହଁରେ ଗୋଟିଏ ଚର୍ମପତ୍ର ବାନ୍ଧି ଦିଆଯାଉ ଏବଂ ତା ଭିତରେ କିଛି ଚିନି ଦ୍ରବଣ ନିଆଯାଉ । ତପରେ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଏହାର ଚର୍ମପତ୍ର ଧାରିତ ମୁହଁକୁ ବୁଡ଼ାଇ ରଖାଯାଉ । (ଚିତ୍ର 197 ଦେଖ) ଏପରି କରଯିବା ପରେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଚର୍ମପତ୍ର ବାଟେ ଥିସ୍‌ଲ୍ ନଳୀ ଭିତରକୁ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରୁଛି ଏବଂ ଏଥିଯୋଗୁଁ ନଳୀ ଭିତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପତନ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ମାତ୍ର ନଳୀ ଭିତରୁ ଚର୍ମପତ୍ର ବାଟେ ଚିନି ପାଣି ବିସରିତ ହେଉନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍, ଅପେକ୍ଷାକୃତ ବୃହଦାକୃତି ଚିନି ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଚର୍ମପତ୍ରସ୍ଥିତ ସୂକ୍ଷ୍ମ ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇ ପାରୁ ନାହାନ୍ତି । ଜଳ ମଧ୍ୟରୁ ଚର୍ମପତ୍ର ବାଟେ ନଳୀ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ଜଳ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଏତାଦୃଶ ଗତିଶୀଳତାକୁ ରସାକର୍ଷଣ ବା ଅସ୍‌ମୋସିସ୍ କୁହାଯାଏ । ନଳୀ ଭିତରେ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ ହେଉଥିବା ଚାପର ପରିମାଣ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଇ ବିସରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ବନ୍ଦ କରିଦେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବା ଚର୍ମପତ୍ରଟି ଫାଟିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରସାକର୍ଷଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲିଥାଏ । ଏପରି ଏକଦିଗୀ ବିସରଣ (One-way diffusion) ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ ହେଉଥିବା ଚାପକୁ ରସାକର୍ଷଣ-ଚାପ (Osmotic pressure) କୁହାଯାଏ ।

ପ୍ରାଣୀ ବା ଉଦ୍ଭିଦ ଜଗତ ଜୀବନ ଧାରଣ କରିବା ମୂଳରେ ରସାକର୍ଷଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁଁ ସୂକ୍ଷ୍ମ ପରଦା ବାଟେ ପ୍ରାଣୀର ଶରୀର ଭିତରକୁ ବା ଉଦ୍ଭିଦର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶକୁ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ରସ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇ ପାରୁଛି । କୌଣସି ଫଳ ବା ପରିବାକୁ ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳ ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିଲେ ଆମେ ଦେଖୁ ଯେ ତାର ଉପର ଚୋପାଟି ବିସ୍ତାରିତ ହୋଇ ଯାଉଛି ବା କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ଅତ୍ୟଧିକ ପରିମାଣରେ ବିସ୍ତାରିତ ହୋଇ ଫାଟି ଯାଉଛି । ରସାକର୍ଷଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁଁ ଚୋପାର ସୂକ୍ଷ୍ମ ରନ୍ଧ୍ରଗୁଡ଼ିକ ବାଟେ ଫଳ ବା ପରିବା ଭିତରକୁ ପାଣି ପଶିଯାଉଥିବାରୁ ଏପରି ଘଟିଥାଏ । ମାତ୍ର, ଯଦି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଫଳକୁ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ଚିନି ବା ଲୁଣ ପାଣି ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଆମେ ଦେଖୁ ଯେ ତାର ଉପର ଚୋପାଟି କୁଞ୍ଚିତ

ହୋଇଯାଉଛି । ଫଳ ଭିତରୁ ରସାକର୍ଷଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁଁ ଚୋପାର ରନ୍ଧ୍ରଗୁଡ଼ିକ ବାଟେ ରସ ବିସରିତ ହୋଇ ଚିନି ପାଣି ବା ଲୁଣ ପାଣି ଭିତରକୁ ପଶି ଆସୁଥିବାରୁ ଏପରି ଘଟିଥାଏ ।

32.9 ବ୍ରାଉନିଆନ୍ ଗତି (Brownian Motion) :

କୌଣସି ବସ୍ତୁରେ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ଅଲଗା ଅଲଗା ଦେଖିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ମାତ୍ର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ନିଜର ଗତିଶୀଳତା ଯୋଗୁଁ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ (Small particles)ସହ ଯେଉଁ ସଂଘାତ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି, ତାହା ବିୟୋଜନକାରୀ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରଯାଇପାରିବ । କିଛି ଝୁଣା (Gambose)କୁ ସୁରାସାର (Alcohol)ରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କରିବାପରେ ସେହି ଦ୍ରବଣରୁ କିଛି ଅଂଶ କୌଣସି ଏକ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳରେ ପକାଇଦେଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଦେଖି ହେବ । ଗୋଟିଏ ଅଣୁବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଦେଖିଲେ ଏଗୁଡ଼ିକ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଅନିୟମିତଭାବରେ ଜଳମଧ୍ୟରେ ଇତସ୍ତତଃ ବିଚରଣ କରୁଥିବେ । ଜଳ ମଧ୍ୟରେ କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ଏତାଦୃଶ ଗତିକୁ ବ୍ରାଉନିଆନ୍ ଗତି କୁହାଯାଏ । ବ୍ରାଉନ୍ ନାମକ ଜନୈକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସର୍ବପ୍ରଥମେ ୧୮୨୭ ମସିହାରେ ତରଳ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ପକାଇ ସେଗୁଡ଼ିକରେ ଏତାଦୃଶ ଅନିୟମିତ ଗତିଶୀଳତା ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କରି ନାମାନୁସାରେ ଏହି ଗତିର ନାମକରଣ କରଯାଇଛି । ଗତିଶୀଳ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ସଂଘାତ ଫଳରେ କଣିକାମାନେ ଏପରି ଅନିୟମିତ ଗତି କରନ୍ତି । ଗୋଟିଏ କଣିକା କୌଣସି ଏକ ଅଣୁ ଦେହରେ ବାଡ଼େଇ ହୋଇଯାଇ କୌଣସି ଏକ ଦିଗକୁ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ଭିନ୍ନ ଦିଗରୁ ଆସି ତା ସହିତ ସଂଘାତ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ତେଣୁ ଅଣୁଟି ନିଜ ବାଟ ଛାଡ଼ି ଅନ୍ୟ ଏକ ଦିଗକୁ ଚାଲିଯାଏ । ଏପରିଭାବରେ ବାରମ୍ବାର ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହେଉଥିବାରୁ କୌଣସି ଏକ କଣିକା ତରଳ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ନିୟମିତ ଭାବରେ ଗତି କରିପାରେ ନାହିଁ । ଅଣୁମାନେ ଯେ ଗତିଶୀଳ ଏକଥା ବ୍ରାଉନିଆନ୍ ଗତିରୁ ସହଜରେ ପ୍ରମାଣିତ ହୁଏ ।

ସାରାଂଶ

କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ କ୍ଷୁଦ୍ର କ୍ଷୁଦ୍ର ବସ୍ତୁ କଣିକାମାନଙ୍କ ସମାହାରରେ ଗଠିତ ହୋଇଛନ୍ତି । ଏହି ବସ୍ତୁ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ଅଣୁ କୁହାଯାଏ ।

ଆଣବିକ ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇ ପାରିବ ।

$$P=\frac{1}{3}n_0 m\overline{v^2}$$

ସାର୍ବତ୍ରିକ ଗ୍ୟାସ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (R) ଓ ଏଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସଂଖ୍ୟାର (N_0) ଅନୁପାତକୁ ବୋଲ୍‌ଜମ୍ୟାନ୍ ସ୍ଥିରାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ଏକକ ଅଣୁ ପ୍ରତି କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସର ହାରାହାରି ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ତାର ପରମ ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ଦୁଇଟି ଉତ୍ତରୋତ୍ତର ସଂଘାତ ଘଟିବା ଅବସରରେ ଗୋଟିଏ ଅଣୁ ହାରାହାରି ଯେତିକି ପଥ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ ତାର ହାରାହାରି ମୁକ୍ତପଥ ($\bar{l}$) କୁହାଯାଏ।

$$\bar{l}=\frac{1}{\pi\sqrt{2}n_0 d^2}$$

ବେଗ ବିତରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ମାକ୍‌ସ୍‌ୱେଲ୍ ଏକ ତତ୍ତ୍ୱ ଉଦ୍ଭାବନ କରିଛନ୍ତି । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ ହାରାହାରି ବେଗର ($\bar{v}^2$) ପରିମାଣ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ବେଗଠାରୁ (v_p) ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ rms ବେଗ ପରିମାଣ (v_{rms}) ସର୍ବାପେକ୍ଷା ସମ୍ଭାବ୍ୟ ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ସମଜାତୀୟ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବଳ ପ୍ରୟୋଗକରି ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଆକୃଷ୍ଟ ହୁଅନ୍ତି, ତାହାକୁ ସଂସଜନ ବଳ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ବିଷମ ଜାତୀୟ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବଳ ପ୍ରୟୋଗକରି ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଆକୃଷ୍ଟ ହୁଅନ୍ତି, ତାହାକୁ ଆସଂଜନ ବଳ କୁହାଯାଏ ।

ଆଣବିକ ଗତି ଯୋଗୁଁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ସହ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇଯିବାର ପଦ୍ଧତିକୁ ବିସରଣ କୁହାଯାଏ ।

କୌଣସି ଏକ ସରନ୍ଧ୍ର ପରଦା ବାଟେ ସଂଘଟିତ ହେଉଥିବା ଏକଦିଗ (Unidirectional) ବିସରଣକୁ ରସାକର୍ଷଣ ବା ଅସ୍‌ମୋସିସ୍ କୁହାଯାଏ ।

ଅଣୁମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଯେଉଁପରି ଅନିୟମିତ ଭାବରେ ଗତିଶୀଳ ହୁଅନ୍ତି, ତାହାକୁ ବ୍ରାଉନିଆନ୍ ଗତି କୁହାଯାଏ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. କେଉଁ କାରଣଗୁଡ଼ିକ ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁ ଅଣୁମାନଙ୍କ ସମାହାରରେ ଗଠିତ ହୋଇଛି ବୋଲି ଜଣାଯାଏ ?

2. କେଉଁ ଉଦାହରଣଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବଦା ଗତିଶୀଳ ବୋଲି ତୁମେ କହିପାରିବ ?

3. କେଉଁ କାରଣଗୁଡ଼ିକ ଯୋଗୁଁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ତରଳ ବସ୍ତୁସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଗତିଶୀଳ ହେଉଛନ୍ତି ?

4. ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିଶୀଳତା ଓ ତରଳ ବସ୍ତୁସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିଶୀଳତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ? କଠିନ ବସ୍ତୁସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିଶୀଳତା ଗ୍ୟାସୀୟ ଓ ତରଳ ବସ୍ତୁସ୍ଥିତ ଅଣୁମାନଙ୍କର ଗତିଶୀଳତା ଠାରୁ କେଉଁ ଗୁଣରେ ପୃଥକ୍ ?

5. ଦର୍ଶାଇ ଦିଅ ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ସମାନ ରଖାଗଲେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକର ଏକକ ଗ୍ରାମ୍ ଆଣବିକ ଓଜନ ପ୍ରତି ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

6. ଗତିଜ ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ ବୁଝାଇ ଦିଅ ଯେ ଧାରିତ ପାତ୍ରର ଆୟତନକୁ କମାଇଦେଲେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ ବୃଦ୍ଧି ଲାଭକରେ ।

7. କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ ତନ୍ନିହିତ ଅଣୁମାନଙ୍କ ଗତିର ବର୍ଗାନୁପାତରେ ବଢ଼ିବଢ଼ି ଯାଏ—ଗତିଜ ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ ଏହି ଉକ୍ତିର ସତ୍ୟତା ପ୍ରତିପାଦନ କର ।

8. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ବିଷୟ ସମ୍ପର୍କରେ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଟିପ୍ପଣୀ ଲେଖ :—
   (i) ବିସରଣ,
   (ii) ରସାକର୍ଷଣ, ଓ
   (iii) ବ୍ରାଉନିଆନ୍ ଗତି ।

9. ମାନକ (Standard) ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ 1 (ସେ:ମି:)^3 ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଅଣୁମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା କେତେ ?
   [ଏଭୋଗାଡ୍ରୋଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା$=6{\cdot}02\times10^{23}$]

10. ତମ୍ବାର ପାରମାଣବିକ ଓଜନ$=63{\cdot}6$ ଓ ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ଓଜନ$=8{\cdot}9$ । ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ପରମାଣୁର ହାରାହାରି ଆୟତନ କେତେ ହୋଇଥିବ ?
    [ଉ: $1{\cdot}2\times10^{23}$ (ସେ:ମି:)^3]

11. $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ଓ $76{\cdot}0$ ସେ:ମି: ପାରଦୀୟ ଚାପର ଉପସ୍ଥିତିରେ $1{\cdot}429$ ଗ୍ରାମ୍/ଲିଟର ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଶିଷ୍ଟ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁର rms ବେଗର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

12. ମାନକ (Standard) ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ହିଲିୟମ୍ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକର rms ବେଗର ମୂଲ୍ୟ $1{\cdot}30\times10^3$ ମି:/ସେକେଣ୍ଡ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ହିଲିୟମ୍‌ର ସାନ୍ଦ୍ରତା କେତେ ହୋଇଥିବ ?

13. ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ (C_{02} ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ ଘଟୁଥିବା ବେଳେ ବ୍ୟବଧାନର ପରିମାଣ Distance between collisions) $6{\cdot}29\times10^{-6}$ ମି: ହୋଇଥାଏ । ଦୁଇଟି ଉତ୍ତରୋତ୍ତର ସଂଘାତ ଘଟିବା ପାଇଁ କେତେ ସମୟ ଲାଗେ ?
    [ଉ: $1{\cdot}6\times10^{-8}$ ସେକେଣ୍ଡ]

14. $1{\cdot}0$ ଲିଟର ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍କରେ $5{\cdot}3\times10^{-23}$ ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ $4{\cdot}61\times10^4$ ସେ:ମି:/ସେକେଣ୍ଡ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥିବା $2{\cdot}68\times10^{22}$ଟି ଅମ୍ଳଜାନ ଅଣୁ ରଖାଯାଇଛି । ଫ୍ଲାସ୍କରେ ଚାପର ପରିମାଣ କେତେ ହୋଇଛି ?

15. ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାର ଉପସ୍ଥିତିରେ 1 ଘନ ସେ:ମି: ଆୟତନରେ ଥିବା ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ଗୋଟିଏ ଧାଡ଼ିରେ ପାଖକୁ ପାଖ ଲଗାଇ ରଖିଦେଲେ (ଅର୍ଥାତ୍, ଦୁଇଟି ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ଅଣୁର କେନ୍ଦ୍ରମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା $1{\cdot}9\times10^{-10}$ ମି: ହୋଇଥିଲେ), ଧାଡ଼ିଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ହେବ ?
    [ଉ: $5{\cdot}1\times10^6$ କି:ମି: ବା ପୃଥିବୀଠାରୁ ଚନ୍ଦ୍ର ଦୂରତାର 13 ଗୁଣ]

ତ୍ରୟସ୍ତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

କାଲୋରୀମିତି

Calorimetry

ତାପ-ଏକକ (Units of measurement of heat) :

ତାପ ମାପ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ଏକକ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । କାଲୋରୀମିତିରେ ତାପ ଏକକର ଆଲୋଚନା କରଯାଏ । କୌଣସି ପଦାର୍ଥରୁ ତାପ କାଢ଼ିନେଲେ କିମ୍ବା କୌଣସି ପଦାର୍ଥରେ ତାପ ଯୋଗକଲେ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ଏବଂ ସ୍ଥଳ ବିଶେଷରେ ତା'ର ଅବସ୍ଥାନ୍ତର ଘଟେ । ଏହା ଜାଣିବାକୁ କାଲୋରୀମିତିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ୍ ବିଭିନ୍ନ ତାପ ଏକକ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରଯାଉ ।

କାଲୋରୀ (Calorie) :

ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାପାଇଁ ଯେଉଁ ପରିମାଣ ତାପ ଦରକାର ତାକୁ ଏକ କାଲୋରୀ କୁହାଯାଏ ।

33.1 ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ଗ୍ରାମ୍-କାଲୋରୀ (International gm-calorie) ବା 15°C କାଲୋରୀ:—14·5°C ତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 15·5°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ପରିମାଣକୁ ଏକ ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ଗ୍ରାମ-କାଲୋରୀ ବା ଏକ 15°C କାଲୋରୀ କୁହାଯାଏ ।

ବୃହତ୍ କାଲୋରୀ (Big caloril) ବା କିଲୋ କାଲୋରୀ :

ଏକ କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ ପରିମାଣକୁ ଏକ ବୃହତ୍ କାଲୋରୀ ବା ଏକ କିଲୋ କାଲୋରୀ କୁହାଯାଏ ।

ପାଉଣ୍ଡ କାଲୋରୀ ବା ପାଉଣ୍ଡ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ :

ଏକ ପାଉଣ୍ଡ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢାଇଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ପରିମାଣକୁ ଏକ ପାଉଣ୍ଡ କାଲୋରୀ ବା ଏକ ପାଉଣ୍ଡ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ କୁହାଯାଏ ।

ବ୍ରିଟିଶ୍ ତାପ ଏକକ ବା ବ୍ରିଟିଶ୍ ଥରମାଲ ୟୁନିଟ୍ (B.Th.U): ଏକ ପାଉଣ୍ଡ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°F ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ପରିମାଣକୁ ଏକ ବ୍ରିଟିଶ ତାପ ଏକକ କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ B. Th. U ରୂପେ ଲେଖାଯାଏ । ବ୍ରିଟିଶ ଇଞ୍ଜିନିୟରମାନେ ଏହାକୁ ଅଧିକ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି ।

33.2 ଥର୍ମ୍ (Therm) :

100,000 ପାଉଣ୍ଡ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 1°F ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ ପରିମାଣକୁ ଏକ ଥର୍ମ୍ କୁହାଯାଏ ।

1 ଥର୍ମ୍ =100,000 B. Th. U. । ଇଂଲଣ୍ଡରେ ଗ୍ୟାସ୍ କମ୍ପାନୀଗୁଡ଼ିକ ତାପ ପରିମାଣକୁ ଏହି ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରିଥାନ୍ତି ।

33.3 ହାରାହାରି କାଲୋରୀ (Mean calorie) :

1 ଗ୍ରାମ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 0°C ଠାରୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଯେତିକି ତାପ ଆବଶ୍ୟକ, ତାହା 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 15°Cରୁ 16°C ଯାଏ ବା 20°C ରୁ 21°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ ସହ ସମାନ ନୁହେଁ । ଏଥିପାଇଁ ହାରାହାରି କାଲୋରୀ ନାମକ ନୂତନ ଏକକର ଆବଶ୍ୟକତା ରହିଛି । ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ ହିମାଙ୍କରୁ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଲେ ଯେତେ ପରିମାଣର ତାପ ଆବଶ୍ୟକ, ତାର ଏକ ଶତାଂଶକୁ ଏକ ହାରାହାରି କାଲୋରୀ କହନ୍ତି ।

B. Th. U ଓ କାଲୋରୀ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ :

1 B. Th. U=1 ପାଉଣ୍ଡ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°F ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ=453·6 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°F ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ।

[∵ 1 ପାଉଣ୍ଡ =453·6 ଗ୍ରାମ୍]

1 B. Th. U=453.6 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ $\frac{5}{9}$°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ [∵ $1^\circ F=\frac{5}{9}{}^\circ C$]

= $453{\cdot}6\times\frac{5}{9}$ କାଲୋରୀ

= 252 କାଲୋରୀ

∴ 1 B. Th. U=252 କାଲୋରୀ

33.4 ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ସଂଜ୍ଞା :

ଏକ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ଏବଂ ସମ ପରିମାଣ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ସମାନ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପର ଅନୁପାତକୁ ସେହି ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ} = \frac{\text{ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ } 1^\circ \text{ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ}}{\text{ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ } 1^\circ \text{ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ}}$$

ଏ ଅନୁପାତରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଗୋଟିଏ ସଂଖ୍ୟା ଓ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ କୌଣସି ଏକ ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଏକକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ନିମ୍ନୋକ୍ତ କାରଣ ଯୋଗୁ ସି: ଜି: ଏସ୍: ଓ ଏଫ: ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପକୁ କେବଳ ଗୋଟିଏ ସଂଖ୍ୟା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ ନ କରି ତାର ଅନୁରୂପ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ସି: ଜ: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ସଂଜ୍ଞା ଓ ଏକକ :

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣକୁ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣକୁ 1°C ନିଆଯିବ ।

∴ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ = (1 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ) / (1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ)

କିନ୍ତୁ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପର ପରିମାଣ = 1 କାଲୋରୀ ।

ତେଣୁ, 1 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ପରିମାଣକୁ କାଲୋରୀରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଜଣାଯାଏ ।

ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ସଜ୍ଞାଟି ଅଧିକ ସ୍ୱଷ୍ଟ । ଯଦି ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପକୁ 0·09 କୁହାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଆମେ ବୁଝିବା ଯେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ତମ୍ବାର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ ପରିମାଣ 0·09 କାଲୋରୀ ।

ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଧାରଣାଟିକୁ ସ୍ୱଷ୍ଟ କରିବାକୁ ଏହାକୁ କେବଳ ଏକ ସଂଖ୍ୟାରେ ପ୍ରକାଶ ନ କରି ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍/0°C ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ଏକକ= କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍/°C ।

∴ ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·09 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍/°C ।

ଏଫ୍: ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ସଂଜ୍ଞା ଓ ଏକକ :

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣକୁ 1 ପାଉଣ୍ଡ ଓ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣକୁ 1°F ନିଆଯିବ ।

∴ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ = (1 ପାଉଣ୍ଡ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°F ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ) / (1 ପାଉଣ୍ଡ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°F ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ।)

କିନ୍ତୁ 1 ପାଉଣ୍ଡ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°F ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପର ପରିମାଣ=1 ବ୍ରିଟିଶ ତାପ ଏକକ ବା 1 B. Th. U.

ତେଣୁ 1 ପାଉଣ୍ଡ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°F ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ପରିମାଣକୁ B. Th. U. ବା ବ୍ରିଟିଶ୍ ତାପ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ, ତଦ୍ୱାରା ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଜଣାପଡ଼େ ।

ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପକୁ ଯଦି 0·09 ଧରଯାଏ, ତାହାହେଲେ 1 ପାଉଣ୍ଡ ତମ୍ବାର ତାପମାତ୍ରାରେ 1°F ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ ପରିମାଣ =0·09 B. Th. U. ହେବ ।

ଆପେକ୍ଷିକ ତାପକୁ ଏକ ସଂଖ୍ୟା ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ ନ କରି ଏଫ୍: ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ B.Th.U./ପାଉଣ୍ଡ/°F ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, ଏଫ୍: ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ଏକକ=B.Th.U./ପାଉଣ୍ଡ/°F ।

∴ ଏଫ୍: ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·09 B.Th.U./ପାଉଣ୍ଡ/°F ।

କୌଣସି ଏକକ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଯଦି S କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍/°C ହୁଏ, ତେବେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=S କାଲୋରୀ ।

∴ m ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=mS କାଲୋରୀ ।

∴ m ଗ୍ରାମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ θ°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=$m \times S \times \theta$ କାଲୋରୀ ଏବଂ ଏହି ତାପକୁ H ମନେକଲେ,

$H = m \times S \times \theta$ କାଲୋରୀ......(1)

ଯଦି ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା θ_1°C ହୋଇଥାଏ ଓ ଶେଷ ତାପମାତ୍ରା θ_2°C ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି=$(\theta_2-\theta_1)$°C ହେବ । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ,

$H = m \times S \times (\theta_2-\theta_1)$ କାଲୋରୀ......(2)

33.5 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ପେଣ୍ଡୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ 100 ଗ୍ରାମ୍ । ଏହାର ତାପମାତ୍ରାକୁ 30°C ଠାରୁ 100°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲା । ଯଦି ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ 0·09 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ପେଣ୍ଡୁଟିକୁ କେତେ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲା ?

ଏଠାରେ m=100 ଗ୍ରାମ୍, S=0·09, θ_1=30°C ଓ θ_2=100°C ।
ତମ୍ବା ପେଣ୍ଡୁଦ୍ୱାର ଶୋଷିତ ତାପର ପରିମାଣ H ହେଉ ।

∴ (2) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$H = m \times S \times (\theta_2-\theta_1)$
$= 100 \times 0{\cdot}09 \times (100-30)$ କାଲୋରୀ
$= 100 \times 0{\cdot}09 \times 70$ କାଲୋରୀ
$= 630$ କାଲୋରୀ ।

∴ ତମ୍ବା ପେଣ୍ଡୁଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 30°C ଠାରୁ 100°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ 630 କାଲୋରୀ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲା ।

ପୁନଶ୍ଚ ପେଣ୍ଡୁଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 100°C ଠାରୁ 30°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦିଆଗଲେ, ପେଣ୍ଡୁଠାରୁ ନିର୍ଗତ ତାପ $m \times S \times \theta$ ହେବ । ଏଠାରେ S ହେଉଛି ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ । ପ୍ରଶ୍ନରେ $\theta = (100-30)°C = 70°C$ । ଯଦି ପଦାର୍ଥରୁ H କାଲୋରୀ ତାପ ନିର୍ଗତ ହେଉଥାଏ, ତାହାହେଲେ (1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$H = m \times S \times \theta$$
$$= 100 \times 0{\cdot}09 \times 70 \text{ କାଲୋରୀ}$$
$$= 630 \text{ କାଲୋରୀ ।}$$

∴ ତମ୍ବା ପେଣ୍ଡୁଟିର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ 100°C ଠାରୁ 30°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦେବାକୁ ହେଲେ ତା'ଠାରୁ 630 କାଲୋରୀ ତାପ କାଢ଼ି ନେବାକୁ ହେବ ।

(2) 10 ପାଉଣ୍ଡ ବରଫର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ 0°F ଠାରୁ 32°F ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ କେତେ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ?

ବରଫର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ $= 0{\cdot}5$,
ଏଠାରେ $m = 10$ ପାଉଣ୍ଡ, $S = 0{\cdot}5$,
$\theta_1 = 0°F$ ଓ $\theta_2 = 32°F$ ।

∴ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ $H = m \times S \times (\theta_2 - \theta_1)$
$$= 10 \times 0{\cdot}5 \times (32-0)$$
$$= 10 \times 0{\cdot}5 \times 32$$
$$= 160 \text{B.Th.U}$$

∴ 10 ପାଉଣ୍ଡ ବରଫର ତାପମାତ୍ରାକୁ 0°F ଠାରୁ 32°F ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ 160 B.Th.U ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ।

33.6 ବସ୍ତୁର ତାପ ଧାରିତା (Thermal Capacity of a body) :

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ତାପଧାରିତା କୁହାଯାଏ ।

ଯଦି m ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ S ହୁଏ ଏବଂ ସେହି ବସ୍ତୁଟିର ତାପ ଧାରିତା C ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ତାପ ଧାରିତା ସଂଜ୍ଞାନୁସାରେ

$C = m \times S \times 1$ କାଲୋରୀ
ବା $C = m \times S$ କାଲୋରୀ......(3)

ତେଣୁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପ ଧାରିତା = ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ।

ସାଧାରଣତଃ ବସ୍ତୁର ତାପ ଧାରିତା ସି:ଜି:ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ତାପ ଧାରିତାର ଏକକ ହେଉଛି **କାଲୋରୀ** ।

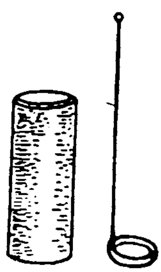
33.7 ବସ୍ତୁର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ (Water Equivalent of a body) :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ଯାଏ ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ ଯେତିକି ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ସେତିକି ତାପରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କଲେ ଯେତେ ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିତ ହୁଏ ତାହାକୁ ଉକ୍ତ ପଦାର୍ଥର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ମନେକର, ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଜଳ ଭର 10 ଗ୍ରାମ୍ । ଏହାର ଅର୍ଥ ଏହି ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ $1°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଯେତିକି ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଛି, ତାହା ଦ୍ୱାର 10 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ $1°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିଯିବ ।

ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ତାପ ପରିମାଣ ମାପିବାକୁ ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ଆକୃତି ଧାତବ ପାତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି ପାତ୍ର ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ମନ୍ଥକ ରଖାଯାଇଥାଏ । ପାତ୍ର ଓ ମନ୍ଥକ ଏକ ଧାତୁରେ ନିର୍ମିତ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏଥିପାଇଁ ସାଧାରଣତଃ, ତମ୍ବାପାତ୍ର ଓ ତମ୍ବା ମନ୍ଥକ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । ମନ୍ଥକ ନିର୍ମାଣ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବା ତମ୍ବା ଛଡ଼ର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଗୋଟିଏ ତାର ମୁଦି ଥାଏ ଓ ଏହି ମୁଦିରେ ତମ୍ବା ଜାଲିଟିଏ ଲଗାଯାଇଥାଏ । ଏହାକୁ କାଲୋରୀମିଟର (Calorimeter) କୁହାଯାଏ । 198 ଚିତ୍ରରେ କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ମନେକର, ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ପରିମାଣ 10 ଗ୍ରାମ୍ । ଏହି କାଲୋରୀ ମିଟରରେ ଯଦି 100 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ରଖାଯାଇଥାଏ, ତେବେ କୌଣସି ଅବସ୍ଥାରେ କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଜଳ ଉଭୟକୁ ଯୋଗକରି ଅର୍ଥାତ୍ $(100+10)$ ବା 110 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ପାଇଁ ତାପ ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯିବ ।



(ଚିତ୍ର 198)

ମନେକର, ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $=W$ ଗ୍ରାମ, ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=m$ ଗ୍ରାମ ଓ ଏହା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$=S$ । ତେଣୁ କାଲୋରୀମିଟରର ତାପମାତ୍ରାରେ $1°C$ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ$=m \times S \times 1$ କାଲୋରୀ$=m \times S$ କାଲୋରୀ ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, 1 କାଲୋରୀ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଲେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା $1°C$ ବର୍ଦ୍ଧିଯାଏ ।

$\therefore (m \times S)$ କାଲୋରୀ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଲେ $(m \times S)$ ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା $1°C$ ବର୍ଦ୍ଧିଯିବ ।

$\therefore$ କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $W=m \times S$ ଗ୍ରାମ୍......(4)

ମାତ୍ର, ଯଦି କାଲୋରୀମିଟରର ତାପ ଧାରିତାର ପରିମାଣ C ହୁଏ, ତେବେ

$C=m \times S$ କାଲୋରୀ

$\therefore$ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କତାର ତାପଧାରିତାର ମୂଲ୍ୟ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

33.8 ତାପ ଧାରିତା ଓ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନା :

(1) କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଓ ତାର ତାପ ଧାରିତା ପରସ୍ପର ଗାଣିତିକ ଭବରେ ସମାନ ।

(2) ତୁଲ୍ୟାଙ୍କକୁ ଗ୍ରାମ୍ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ ।

33.9 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ 100 ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ 0·1 । କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଓ ତାପ ଧାରିତାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଏଠାରେ $m=100$ ଗ୍ରାମ ଓ $S=0{\cdot}1$

$\therefore$ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $W=m\times S$ ଗ୍ରାମ୍

$=100\times0{\cdot}1$ ଗ୍ରାମ୍

$=10$ ଗ୍ରାମ୍

ଏବଂ ତାପଧାରିତା $C=m\times S$ କାଲୋରୀ

$=100\times0{\cdot}1$ କାଲୋରୀ

$=10$ କାଲୋରୀ

$\therefore$ କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ 10 ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତାହାର ତାପ ଧାରିତା 10 କାଲୋରୀ ।

(2) କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ଗୁରୁତ୍ୱ 0·8 ଓ ଅନ୍ୟ ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ଗୁରୁତ୍ୱ 0·5 । ଯଦି ପ୍ରଥମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର 3 ଲିଟରର ତାପଧାରିତା ଦ୍ୱିତୀୟ ପଦାର୍ଥର 2 ଲିଟରର ତାପ ଧାରିତା ସହ ସମାନ ହୁଏ ତେବେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱୟର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ଆନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ପ୍ରଥମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ= ଆୟତନ $\times$ ଆପେକ୍ଷିକ ଗୁରୁତ୍ୱ

$=3000\times0{\cdot}8$ ଗ୍ରାମ୍

[$\because$ 1 ଲିଟର$=1000$ ଘନ ସେ:ମି:]

୨ୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=2000\times0{\cdot}5$ ଗ୍ରାମ୍ । ପ୍ରଥମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପ ଧାରିତା= ବସ୍ତୁତ୍ୱ$\times$ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ

$=3000\times0{\cdot}8\times S_1$

[ଏଠାରେ $S_1=$ ପ୍ରଥମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ]

ଦ୍ୱିତୀୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପ ଧାରିତା

$=$ବସ୍ତୁତ୍ୱ$\times$ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ

$=2000\times0{\cdot}5\times S_2$

[ଏଠାରେ $S_2=$ ଅନ୍ୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ]

ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁଯାୟୀ $3000\times0{\cdot}8\times S_1=2000\times0{\cdot}5\times S_2$

$$\frac{S_1}{S_2}=\frac{2000\times0{\cdot}5}{3000\times0{\cdot}8}=\frac{5}{12}$$

$\therefore$ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱୟର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ଅନୁପାତ $=5:12$ ।

33.10 କାଲୋରୀମିତିର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ନିୟମ (Underlying principle of calorimetry) :

ମନେକର, A ଓ B ନାମକ ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ନିଆଗଲା । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ Aର ତାପମାତ୍ରା B ଠାରୁ ଅଧିକ । ବର୍ତ୍ତମାନ A ଓ B ଉଭୟଙ୍କୁ ପରସ୍ପରର ସଂସର୍ଶରେ ଅଣାଗଲେ A ଠାରୁ B ଆଡ଼କୁ ତାପ ସଞ୍ଚାଳିତ ହେବ । ଉଭୟଙ୍କର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ସମାନ ହୋଇଗଲେ ଆଉ ତାପ ସଞ୍ଚାଳନ ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ଏଠାରେ ତାପ କୌଣସି ପ୍ରକାରେ ନଷ୍ଟ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏଠାରେ A ହରାଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ=B ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ।

ପରୀକ୍ଷାଗାରମାନଙ୍କରେ ତାପମାପନ ପାଇଁ ଏ ନିୟମ ଅନୁସୃତ ହୁଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ କୌଣସି କାରଣରୁ ତାପ କ୍ଷୟ ନ ହେବା ପାଇଁ ବିହିତ ବ୍ୟବସ୍ଥା କରଯାଇଥାଏ । ଏପରି ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ କାଲୋରୀମିଟର ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ ।

33.11 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) 100 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ପେଣ୍ଡୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ 100°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲା । ତତ୍‌ପରେ ଏହାକୁ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 50 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦେବାରୁ ଜଳ ଓ ପେଣ୍ଡୁର ତାପମାତ୍ରା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଗଲା । ତାପମାତ୍ରା ନିରୂପଣ କର । [ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ = 0·1 ।]

ମନେକର, ଶେଷକୁ ଜଳ ଓ ପେଣ୍ଡୁ ଉଭୟ ତାପମାତ୍ରା θ°C ହୋଇଗଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ θର ମୂଲ୍ୟ 30°C ଠାରୁ ଅଧିକ, କିନ୍ତୁ 100°C ଠାରୁ କମ୍ ।

ତେଣୁ, ଉତ୍ତପ୍ତ ପେଣ୍ଡୁଟି ହରାଇଥିବା ତାପ = ପେଣ୍ଡୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ × ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ

$$= 100 \times 0{\cdot}1 \times (100-\theta)$$

$$= 10 \times (100-\theta)$$ କାଲୋରୀ ।

ଏବଂ ଜଳ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ = ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ × ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି $= 50 \times (\theta - 30)$ କାଲୋରୀ [∵ ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ = 1]

ମାତ୍ର ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ
ଉତ୍ତପ୍ତ ପେଣ୍ଡୁଟି ହରାଇଥିବା ତାପ = ଜଳ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ
$\therefore\ 10(100-\theta) = 50(\theta - 30)$
ବା, $100 - \theta = 5\theta - 150$
ବା, $6\theta = 250$
ବା, $\theta = 41{\cdot}6$°C ।
∴ ଜଳ ଓ ପେଣ୍ଡୁ ଉଭୟଙ୍କର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା ହେଉଛି 41·6°C ।

33.12 ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀ ମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ପ୍ରୟୋଗ ବିଧି—ଦତ୍ତ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ତହିଁରେଥିବା ମନ୍ଥକକୁ ବାଲି-କାଗଜ ଦ୍ୱାରା ଘଷି ସଫାକରି ଦିଆଯାଏ । ଶୁଷ୍କ ଅବସ୍ଥାରେ ଉଭୟ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ଗୋଟିଏ ତରାଜୁରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର, କାଲୋରୀ-ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_1 ଗ୍ରାମ୍ । କାଲୋରୀମିଟରର ପ୍ରାୟ ଅର୍ଦ୍ଧେକ ଭାଗ ଜଳଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ । ତରାଜୁରେ ପୁଣି ଜଳ ଧାରିତ କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର ଏହି ଶେଷୋକ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_3 ଗ୍ରାମ୍ । କାଲୋରୀମିଟରରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଏ ; ଏହି ତାପମାତ୍ରା θ_1° ହେଉ । ଗୋଟିଏ ବିକରରେ କିଛି ଜଳ ନେଇ ତାହାକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରଯାଉ । ବିକରସ୍ଥ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା

ଠାରୁ ପ୍ରାୟ 10°C ବା 15°C ଅଧିକ ହେଲ ପରେ ତା'କୁ ଆଉ ଉତପ୍ତ କରାଯାଏ ନାହିଁ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଉତପ୍ତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ସେହି ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ତାପମାତ୍ରା θ_2°C_1 । ଉତପ୍ତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ମାପିଦେବାକ୍ଷଣି ତହିଁରୁ କିଛି କାଲୋରୀମିଟରରେ ଢାଳି ଦିଆଯାଏ । କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳକୁ ମନ୍ଥକ ଦ୍ୱାରା ଭଲ ଭବରେ ମନ୍ଥନ କରାଯାଏ ଏବଂ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ବୁଡ଼ା-ଯାଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ମନ୍ଥନ କରୁଥିବା ସମୟରେ ମିଶ୍ରିତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । କିଛି ସମୟ ପରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବାଧିକ ହେବା ପରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ପୁଣି ତଳକୁ ଖସି ଆସୁଛି । ଏହି ସର୍ବାଧିକ ତାପମାତ୍ରା ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ସଠିକ ଭବରେ ଜାଣିହୁଏ । ଏଥିରୁ ଥଣ୍ଡା ଓ ଉତପ୍ତଜଳ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା ଜଣାଇ ଦେଇଥାଏ । ମନେକର, ମିଶ୍ରିତ ଜଳର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ θ° ହେଉଛି । ତତପରେ ଜଳଧାରି କାଲୋରୀମିଟରକୁ ଶୀତଳ ହେବା ପାଇଁ କିଛି ସମୟ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଏ । ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନ ହୋଇଯିବାପରେ ପୁନର୍ବାର ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀ-ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ଗୋଟିଏ ତରାଜୁରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_3 ଗ୍ରାମ୍ । ମନେକର, ଦତ୍ତ କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ$=W$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ଥଣ୍ଡା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= (m_2 - m_1)$ ଗ୍ରାମ

$= m$ ଗ୍ରାମ (ମନେକର)

ଥଣ୍ଡା ଜଳରେ ମିଶିଥିବା ଉତପ୍ତ ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=(m_3 - m_2)$ ଗ୍ରାମ୍$=m$ ଗ୍ରାମ୍ (ମନେକର) ।

ଏଠାରେ ଉତପ୍ତ ଜଳ ନିଜର ତାପ ହରାଉଛି ଏବଂ କାଲୋରୀ ମିଟର ମନ୍ଥକ ଓ କାଲୋରୀ ମିଟରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଥଣ୍ଡା ଜଳ ତାପ ଲାଭ କରୁଛନ୍ତି ।

ଉତପ୍ତ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ$=$ଉତପ୍ତ ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$\times$ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ
$=M(\theta_2 - \theta)$ କାଲୋରୀ ।

ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ$=$ଥଣ୍ଡା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$\times$ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି
$=m(\theta - \theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ$=$କାଲୋରୀ ମିଟର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ$\times$ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି$=W(\theta - \theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

$\therefore$ ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ$+$କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ$=$ଉତପ୍ତ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ ।

ତେଣୁ $m(\theta - \theta_1) + W(\theta - \theta_1) = M(\theta_2 - \theta)$

ବା, $W(\theta - \theta_1) = M(\theta_2 - \theta) - m(\theta - \theta_1)$

ବା, $W = \left\{ \frac{M(\theta_2 - \theta)}{(\theta - \theta_1)} - m \right\}$ ଗ୍ରାମ୍ ।

33.13 ଗାଣିତକ ଉଦାହରଣ :

(1) 30°C ତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ 50 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇଛି । 50°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 10 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି କାଲେରୀମିଟରରେ ଢାଳି ଦିଆଗଲା । ଉଭୟ ପ୍ରକାର ଜଳର ମିଶ୍ରଣକୁ ଭଲ ଭାବରେ ମନ୍ଥନ କରାଯିବା ପରେ ଦେଖାଗଲା ଯେ ମିଶ୍ରିତ ଜଳର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ 33°C । କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ମନେକର, କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $= W$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ଉତପ୍ତ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ $=$ ଉତପ୍ତ ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $\times$ ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ

$= 10 \times (50 - 33)$ କାଲୋରୀ

$= 10 \times 17 = 170$ କାଲୋରୀ

ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ $=$ ଥଣ୍ଡା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $\times$ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

$= 50 \times (33 - 30)$ କାଲୋରୀ

[$\because$ ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ $= 1$]

$= 50 \times 3 = 150$ କାଲୋରୀ ।

କାଲେରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ $=$ କାଲୋରୀ ମିଟରର ଜଳତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $\times$ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

$= W \times (33 - 30)$ କାଲୋରୀ

$= 3W$ କାଲୋରୀ ।

ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ, ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ $+$ କାଲେରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ $=$ ଉତପ୍ତ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ ।

$\therefore 150 + 3W = 170$

ବା, $3W = 20$

ବା, $W = 6{\cdot}66$ ଗ୍ରାମ୍ ।

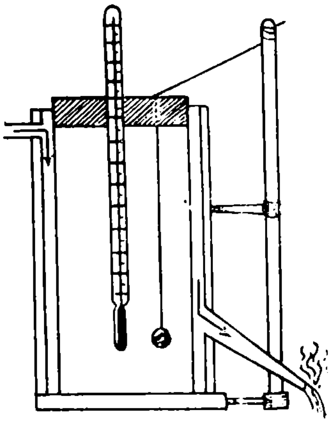
$\therefore$ ଦତ୍ତ କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $= 6{\cdot}66$ ଗ୍ରାମ୍ ।

33.14 ମିଶ୍ରଣ ପଦ୍ଧତିର ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟପାଇଁ ରେନୋଁଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ଉପକରଣର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଏହାକୁ ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣ (Regnault's apparatus) କୁହାଯାଏ ! ଚିତ୍ରରେ ଏହି ଉପକରଣଟିର ଏକ ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏ ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହାର କଲେ ଅନ୍ୟ କୌଣସି କାରଣ ଯୋଗୁଁ (ଅର୍ଥାତ୍, ପରିବହନ ବା ବିକିରଣ ଇତ୍ୟାଦି) ତାପହାନି ଘଟିବାର ସମ୍ଭାବନା ନ ଥାଏ ।

ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣର ବର୍ଣ୍ଣନା :

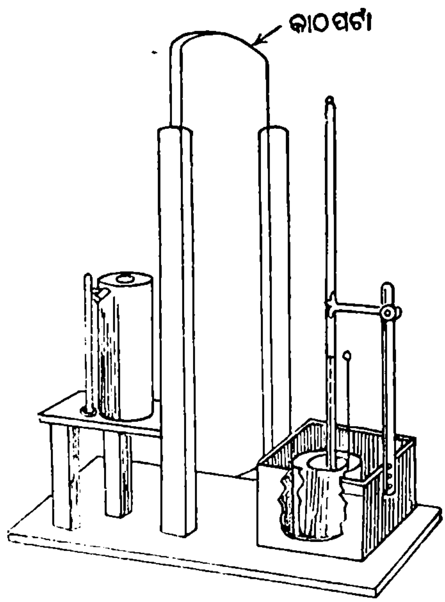
ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣରେ ଖଚିତ ବିବିଧ ଯନ୍ତ୍ର ମଧ୍ୟରୁ ବାଷ୍ପ କୋଠରି (Steam Chamber) ଅନ୍ୟତମ । ଏହା ଦୋହରା କାନ୍ଥଯୁକ୍ତ ଧାତବ ସିଲିଣ୍ଡରରେ ତିଆରି । ଏହି



(ଚିତ୍ର 199)

ସିଲିଣ୍ଡରର ଉପର ମୁହଁ ଗୋଟିଏ କର୍କ ଦ୍ୱାରା ବାୟୁ-ରୁଦ୍ଧ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ତଳମୁହଁକୁ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପାତିଆ ଦ୍ୱାରା ବାୟୁରୁଦ୍ଧ କରି ବନ୍ଦ କରାଯାଏ । ଏହି ପାତିଆଟିକୁ ଆବଶ୍ୟକ ସ୍ଥଳେ ବୁଲାଇ ସିଲିଣ୍ଡରର ତଳ ମୁହଁକୁ ଖୋଲିଦେବା ପାଇଁ ଏହା ଏକ ପେଚ ସହ ଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । କର୍କ ଦେହରେ ଦୁଇଟି ରନ୍ଧ୍ର ଥାଏ । ଗୋଟିଏ ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ ବାଷ୍ପ କୋଠରି ଅଭ୍ୟନ୍ତରକୁ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ରନ୍ଧ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ସୂତା ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବା କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ବାଷ୍ପ କୋଠରିରେ ଝୁଲାଇ ଦିଆଯାଏ । ବାଷ୍ପକୋଠରିର ବାହ୍ୟ କାନ୍ଥର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ନଳୀ ଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ନଳୀରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଦୋହରା କାନ୍ଥ ଭିତରେ ଥିବା ସ୍ଥାନରେ ପ୍ରବେଶ କରେ ଓ ଅନ୍ୟ ନଳୀ ବାଟେ ଏହା ପଦାକୁ ବାହାରିଯାଏ । ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ନମୁନା ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏ ରୂପେ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଉଥିବାରୁ ଏହା ବାଷ୍ପ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଭାବେ ଉତ୍ତପ୍ତହୁଏ ନାହିଁ ।ବାଷ୍ପ କୋଠରିରେ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁଟି ପ୍ରାୟ ଅଧ ଘଣ୍ଟାଏ କାଳ ଝୁଲି ରହିବା ପରେ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ । ବାଷ୍ପ କୋଠରିଟିକୁ ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣରେ ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇଥାଏ ।

ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରକୁ ଏକ କାଠ ବାକ୍ସରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ପରିବହନ ଓ ବିକିରଣ ଆଦି କାରଣ ଯୋଗୁଁ ତାପହାନୀ ନ ହେବା ପାଇଁ କାଲୋରୀମିଟର ଓ କାଠ ବାକ୍ସର ଭିତର କାନ୍ଥଗୁଡ଼ିକର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ କମ୍ବଳ ବା ଫେଲଟ ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରାଯାଇଥାଏ । କାଠ ବାକ୍ସ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଘୋଡ଼ଣି ଥାଏ । ଏହି ଘୋଡ଼ଣି ବାଟେ କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରକୁ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ଓ ଗୋଟିଏ ମନ୍ଥକ ପୂରାଇ ଦେବାର ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଥାଏ । ବାଷ୍ପ କୋଠରିରୁ ବିକିରିତ ତାପଦ୍ୱାରା କାଲୋରୀମିଟର ପ୍ରଭାବିତ ନ ହେବା ପାଇଁ ଉଭୟଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ କାଠ ପରଦା ରଖାଯାଇଥାଏ । ଆବଶ୍ୟକସ୍ଥଳେ କାଲୋରୀମିଟର ଥିବା କାଠ ବାକ୍ସକୁ ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ନିମ୍ନଭାଗରେ ରଖିଦେବା ପାଇଁ କାଠ ପରଦାଟିକୁ ଉପରକୁ ଉଠାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ କାଠ ବାକସଟିକୁ



(ଚିତ୍ର 200)

ଯଥାସ୍ଥାନକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇ ନିଆଯାଏ । ପୁଣି ଆବଶ୍ୟକ ପଡ଼ିଲେ କାଠ ପରଦାକୁ ଟେକି ଦିଆଯାଇ କାଲୋରୀମିଟରକୁ ତାର ପୂର୍ବ ସ୍ଥାନକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇ ଅଣାଯାଏ ଓ ପରଦାଟିକୁ ତଳକୁ ଖସାଇ ଦିଆଯାଏ ।

ପ୍ରଥମେ ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ପରିମାଣ ମପାଯିବ, ତାହାକୁ ଏକ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡ ଆକାରରେ ନିଆଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଯଦି ପିତ୍ତଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯିବାର କଥା, ତାହାହେଲେ ଏ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ପିତ୍ତଳ ଗୋଲକ ନିଆଯାଏ ।

ଏହି ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ଗୋଟିଏ ତରାଜୁରେ ମପାଯାଏ । ମନେକର ଦତ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ M ଗ୍ରାମ୍ । ତତ୍‌ପରେ, ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡଟିକୁ ବାଷ୍ପ କୋଠରିରେ ସୂତା ଦ୍ୱାରା ଏପରି ଭାବରେ ଝୁଲାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ ତାହା ଝୁଲୁଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରେ ନାହିଁ । ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ଦୋହରା କାନ୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସ୍ଥାନ ଭିତରକୁ ବାଷ୍ପ ଛଡ଼ାଯାଏ ଏବଂ ଏତଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ । ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନ ହେବାପାଇଁ ପ୍ରାୟ ଅଧଘଣ୍ଟାଏ ସମୟ ଅପେକ୍ଷା କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ତେଣୁ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆନୁଷଙ୍ଗିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା କରଯିବାପରେ ଶୁଷ୍କ ଓ ପରିଷ୍କୃତ ଭାବରେ ରଖାଯାଇଥିବା କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m_1 ଗ୍ରାମ୍ । ତତ୍‌ପରେ କାଲୋରୀମିଟରର $\frac{2}{3}$ ଅଂଶ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଯାଏ । କାଲୋରୀ-ମିଟରରେ ଥିବା ଜଳରେ ଯେପରି ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ନିମଜ୍ଜିତ ହୋଇପାରିବ, ସେଥିପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟି ଦିଆଯାଏ । ଜଳ ଧାରିତ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତରାଜୁରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_2 ଗ୍ରାମ । ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ କାଲୋରୀମିଟରରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ମପାଯାଏ । ମନେକର ଜଳର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା θ_1°C । ଏହାପରେ କାଲୋରୀମିଟରକୁ କାଠ ବାକ୍‌ସରେ ଯଥା ସ୍ଥାନରେ ରଖି ଦିଆଯାଇ ଘୋଡ଼ଣିଟିକୁ ବନ୍ଦ କରାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ବାଷ୍ପ କୋଠରୀରେ ପ୍ରବେଶ କରିଥିବା ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ପ୍ରତି ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଶେଷକୁ ପାରଦ ପତନ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ରହୁଛି । ଥର୍ମୋମିଟର ନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଅନ୍ତତଃ 10 ମିନିଟ୍ ଯାଏ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ରହିଲା ପରେ, ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ମୂଲ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ θ_2°C । ତତ୍‌ପରେ କାଠ ପରଦାଟିକୁ ଟେକି ନେଇ କାଲୋରୀମିଟର ଧାରିତ କାଠ ବାକ୍‌ସକୁ ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ଠିକ ତଳକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇ ଅଣାଯାଏ । କାଠ ବାକ୍‌ସର ଘୋଡ଼ଣିକୁ ଖୋଲି ଦିଆଯାଏ ଓ ସ୍କ୍ରୁ ମୋଡ଼ି ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଥିବା ଧାତବ ପଟାଟିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ବୁଲାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ତଳମୁହଁଟା ମେଲା ହୋଇଯାଏ । ସାବଧାନତାର ସହ ସୂତାଟିକୁ କାଟି ଦେଲେ, ଦତ୍ତ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟି କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରକୁ ଖସିପଡ଼େ । ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁଟି କାଲୋରୀମିଟରରେ ପଡ଼ିଯିବା ପରେ କାଲୋରୀ-ମିଟରକୁ ପୁନର୍ବାର ସ୍ୱସ୍ଥାନକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇ ଅଣାଯାଏ ଓ କାଠ ପରଦାଟିକୁ ତଳକୁ ଖସାଇ ଦିଆଯାଏ । କଠିନ ବସ୍ତୁଟି କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ପଡ଼ିଲା ମାତ୍ରେ ଜଳକୁ ମନ୍ଥକ ଦ୍ୱାରା ମନ୍ଥନ କରାଯାଏ । ଜଳ ନିମଜ୍ଜିତ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ମନ୍ଥିତ ହେଉଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ପରିଶେଷରେ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇ

ଯିବା ପରେ ତାପମାତ୍ରା ପୁଣି କମି କମି ଯାଉଛି । ଏହି ସର୍ବାଧିକ ତାପମାତ୍ରା ପରିମାଣ ଜଳ ଓ କଠିନ ବସ୍ତୁ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ଜଣାଇ ଦେଇଥାଏ । ମନେକର ଏପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା θ°C ।

ମନେକର, ଦତ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$=$S ।

ଏଠାରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ତାପ ହରାଇଛି ଏବଂ ମନ୍ଥକ କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ତନ୍ନିହିତ ଜଳ ତାପ ଲାଭ କରୁଛନ୍ତି ।

ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁ ହରାଇଥିବା ତାପ$=$କଠିନ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$\times$ତାହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$\times$ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ।

$=MS(\theta_2-\theta_1)$ କାଲୋରୀ

ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ$=$ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$\times$ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$\times$ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

$=(m_2-m_1)\times 1\times(\theta-\theta_1)$ କାଲୋରୀ
$=m(\theta-\theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

[ଏଠାରେ, $m=m_2-m_1$ ।]

କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ$=$କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$\times$କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ନିର୍ମିତ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ $\times$ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି,

$=m_1\times S_1\times(\theta-\theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

[ଏଠାରେ, $S_1=$କାଲୋରୀ ମିଟର ନିର୍ମିତ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ]

ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ହରାଇଥିବା ତାପ$=$ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ$+$କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ

$$\therefore\quad MS(\theta_2-\theta)=m(\theta-\theta_1)+m_1S_1(\theta-\theta_1)$$

$$\therefore\quad S=\frac{(\theta-\theta_1)(m+m_1S_1)}{M(\theta_2-\theta_1)}$$

ଯଦି କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ W ହୁଏ, ତାହାହେଲେ

$W=m_1S_1$

ତେଣୁ $S=\dfrac{(\theta-\theta_1)(m+W)}{M(\theta_2-\theta)}$

S_1ର ମୂଲ୍ୟ ଜଣାଥିବାରୁ ଏବଂ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱର S_1 ଭିନ୍ନ ସମସ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇ ପାରୁଥିବାରୁ ହିସାବ ଦ୍ୱାରା Sର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ ।

33.15 ମିଶ୍ରଣ ପଦ୍ଧତିରେ ତରଳ ବସ୍ତୁର ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିରୂପଣ :

ପୂର୍ବ ବର୍ଣ୍ଣିତ ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ପରିମାଣ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ଏବଂ ଏଥିପାଇଁ ମଧ୍ୟ ଅନୁରୂପ ପ୍ରୟୋଗ ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୁଏ । କେବଳ ଏଠାରେ କାଲୋରୀମିଟରରେ ଜଳ ବଦଳରେ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁଟିକୁ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ଯେଉଁ କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରଯାଇ କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳରେ ନିମଜ୍ଜିତ କରଯାଏ, ତାହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଆମକୁ ଜଣାଥାଏ । ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଏପରି ଏକ କଠିନ ବସ୍ତୁ ବଛାଯାଇଥାଏ ଯେ ତାହା ଯେପରି ଦତ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଯିବ ନାହିଁ ବା ତା' ସହିତ କୌଣସି ରସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସମ୍ପାଦନ କରିବ ନାହିଁ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, କିରୋସିନର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଆମେ ଗୋଟିଏ ମାର୍ବଲ୍ ଖଣ୍ଡ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିବା । ଏପରି ଭବରେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଉଥିବା କଠିନ ବସ୍ତୁକୁ **ସହାୟକ କଠିନ ବସ୍ତୁ** (Auxiliary solid) କୁହାଯାଏ ।

ପ୍ରଥମେ ସହାୟକ କଠିନ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ଗୋଟିଏ ତରକୁ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର କଠିନ ବସ୍ତୁଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ M ଗ୍ରାମ୍ । ତତ୍ପରେ ବାଷ୍ପ କୋଠରିରେ କଠିନ ବସ୍ତୁକୁ ଝୁଲାଇ ଦିଆଯାଇ ଉତ୍ତପ୍ତ କରଯାଏ । ଇତ୍ୟବସରରେ ଶୁଷ୍କ ଓ ପରିଷ୍କୃତ ଭବରେ ରଖାଯାଇଥିବା କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର ତରକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m_1 ଗ୍ରାମ୍ । କାଲୋରୀମିଟର ପ୍ରାୟ $\frac{2}{3}$ ଅଂଶ ଦତ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଧାରିତ କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତରକୁରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_2 ଗ୍ରାମ୍ । କାଲୋରୀମିଟରରେ ଥିବା ତରଳ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଏ । ମନେକର ଏହି ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ θ_1°C । ଏହାପରେ ବାଷ୍ପ କୋଠରୀ ଭିତରେ ଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟି ଦିଅ । ଯେତେବେଳେ ଥର୍ମୋମିଟର ଦର୍ଶାଉଥିବା ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ ଆଉ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁ ନାହିଁ, ତା'ର ପ୍ରାୟ 10 ମିନିଟ୍ ପରେ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର ଏପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା θ_2°C । ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପରେ କାଲୋରୀମିଟରଟିକୁ ବାଷ୍ପ କୋଠରିର ଠିକ୍ ତଳକୁ ଅଣାଯାଏ ଏବଂ କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ସତର୍କତାର ସହ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ପକାଇ ଦିଆଯାଏ । କାଲୋରୀମିଟରଟି ତା'ର ପୂର୍ବସ୍ଥାନକୁ ଯଥାଶୀଘ୍ର ଘୁଞ୍ଚାଇ ଅଣାଯାଇ ମନ୍ଥକ ସାହାଯ୍ୟରେ ତରଳ ବସ୍ତୁକୁ ଭଲ ଭବରେ ମନ୍ଥନ କରଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ କାଲୋରୀ ମିଟର ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ପ୍ରତି ଲକ୍ଷ୍ୟ କରଯାଇ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଓ କଠିନ ବସ୍ତୁର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର ଦତ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଓ କଠିନ ବସ୍ତୁର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା θ°C ।

ମନେକର ଦତ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ $=S$ । ପୁନଶ୍ଚ ବ୍ୟବହୃତ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଓ କାଲୋରୀ ମିଟର ନିର୍ମିତ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପକୁ ଯଥାକ୍ରମେ S_1 ଓ S_2 ବୋଲି ଧରଯାଉ ।

କାଲୋରୀମିଟରରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=(m_2-m_1)$ ଗ୍ରାମ୍ $=m$ ଗ୍ରାମ୍ (ମନେକର) ।

ଏଠାରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ତାପ ହରାଇଛି ଏବଂ କାଲୋରୀମିଟର ମନ୍ଥକ ଓ କାଲୋରୀ ମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ତାପ ଲାଭ କରୁଛନ୍ତି ।

ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁ ହରାଉଥିବା ତାପ = କଠିନ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ତାହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ × ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ।

$= mS_1(\theta_2 - \theta)$ କାଲୋରୀ ।

ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ = ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ତାହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ × ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି

$= mS(\theta - \theta_1)$ କାଲୋରୀ

କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ = କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ତାହାର ଆପେକ୍ଷିକତାପ × ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

$= m_1S_2(\theta - \theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

କିନ୍ତୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ + କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ = କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ତାପ ।

$\therefore\ mS(\theta - \theta_1) + m_1S_2(\theta - \theta_1) = MS_1(\theta_2 - \theta)$

ବା, $mS(\theta - \theta_1) = MS_1(\theta_2 - \theta) - m_1S_2(\theta - \theta_1)$

ବା, $S = \dfrac{MS_1(\theta_2 - \theta)}{m(\theta - \theta_1)} - \dfrac{m_1S_2}{m}$

ଯଦି କାଲୋରୀମିଟରର ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଜଳ W ହୁଏ, ତାହାହେଲେ $W = m_1S_2$

$\therefore\ S = \dfrac{MS_1(\theta_2 - \theta)}{m(\theta - \theta_1)} - \dfrac{W}{m}$ ।

S_1 ଓ S_2ର ମୂଲ୍ୟ ଆଗରୁ ଜଣାଅଛି ଏବଂ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱର S_1 ଓ S_2 ଭିନ୍ନ ସମସ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇ ସାରିଛି । ତେଣୁ ଅନାୟାସରେ Sର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ।

33.16 ମିଶ୍ରଣ ପଦ୍ଧତି ଅନୁସୃତ ପରୀକ୍ଷାରେ ତ୍ରୁଟି ଓ ତା'ର ପ୍ରତିକାର :

(କ) କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ବାଷ୍ପ କୋଠରି ଭିତରୁ ଖସାଇ ଆଣି କାଲୋରୀମିଟରରେ ପକାଇ ଦେବା ଅବସରରେ କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ନିଜଠାରୁ କିଛି ତାପ ବିକିରିତ କରିଥାଏ । ଏପରି ଭାବରେ କଠିନ ବସ୍ତୁ ହରାଉଥିବା ତାପକୁ କୌଣସିମତେ ହିସାବକୁ ନେବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ତେଣୁ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ଏପରି ତ୍ରୁଟି ହେତୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ସଠିକ ଫଳାଫଳ ମିଳେ ନାହିଁ ।

(ଖ) ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ସମସ୍ତ ତାପ କାଲୋରୀମିଟର, ମନ୍ଥକ ଓ କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବା ଜଳଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ । କାରଣ ପରିବହନ, ପରିଚଳନ ଓ ବିକିରଣ ଯୋଗୁଁ କିଛି ପରିମାଣର ତାପ ପଳାଇ ଯାଏ । କିନ୍ତୁ ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣରେ ପରିବହନ ଯୋଗୁ ବିଶେଷ ତାପ ହାନି ଘଟେ ନାହିଁ, ବିକିରଣ ଯୋଗୁ ହାନି ଘଟୁଥିବା ତାପର ପରିମାଣକୁ କମାଇ ଦେବାକୁ ହେଲେ

କାଲେରୀମିଟରରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା ଠାରୁ ପ୍ରାୟ 3°C ବା 4°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇଦେବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏଥିପାଇଁ ବରଫ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ ।

(ଗ) ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା 100°C । ମାତ୍ର ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ବାଷ୍ପର ସଠିକ ତାପମାତ୍ରା ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ପାଠ କରିବା ବିଧେୟ । କାରଣ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସହ ସମାନ ନହେବ ଅସ୍ୱାଭବିକ ନୁହେଁ ।

(ଘ) କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ସତର୍କତାର ସହ କାଲେରୀମିଟର ଭିତରକୁ ପକା ନ ଗଲେ, ତହିଁରୁ ଜଳ ବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପଦାକୁ ଉଛୁଳି ପଡ଼ିବ । ଏଥିପ୍ରତି ସର୍ବଦା ସତର୍କ ରହି କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ କାଲେରୀମିଟର ଭିତରେ ପକାଇବା ଉଚିତ ।

କେତେକ କଠିନ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ :

ପଦାର୍ଥର ନାମ	କେବଳ ସଂଖ୍ୟା ଆକାରରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ	କାଲେରୀ/ଗ୍ରାମ୍/C°ରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ	B.Th.U/ପାଉଣ୍ଡ/°Fରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ
ଆଲକୋହଲ୍	0·6	0·6	0·6
ଆଲୁମିନିଅମ୍	0·212	0·212	0·212
ପିତ୍ତଳ	0·090	0·090	0·090
ତମ୍ବା	0·092	0·092	0·092
କାଚ	0·16	0·16	0·16
ବରଫ	0·51	0·51	0·51
ଲୁହା	0·117	0·117	0·117
ଗ୍ଲିସେରିନ୍	0·45 ରୁ 0·5	0·45 ରୁ 0·5	0·45 ରୁ 0·5
ସୀସା	0·03	0·03	0·03
ପାରଦ	0·033	0·033	0·033
ମାର୍ବଲ	0·22	0·22	0·22
ସୋରିଷ ତେଲ	0·5	0·5	0·5
ରୂପା	0·056	0·056	0·056
ଟର୍ପେନ୍‌ଟାଇନ୍	0·42	0·42	0·42

33.17 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 60 ଗ୍ରାମ୍ ଲୁହା କଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକୁ 13·2°C ତାପମାତ୍ରା ଥିବା 120 ଗ୍ରାମ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ନିମଜ୍ଜିତ କରଯିବାରୁ ଦେଖାଗଲା ଯେ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା 17·8°C ହେଉଛି । କଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ କେତେ ?

ମନେକର କଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ = S । ଏଠାରେ, ଉତ୍ତପ୍ତ ଲୁହା କଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକ ହରାଇଥିବା ତାପକୁ ଜଳ ଶୋଷଣ କରି ନେଇଛି ।

ଲୁହାକଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକ ହରାଇଥିବା ତାପ=କଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ,

$=60\times S\ (100-17\cdot8$ କାଲୋରୀ)

ଜଳ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ =ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

[∵ ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=1]

$=120\ (17\cdot8-13\cdot2)$ କାଲୋରୀ

କିନ୍ତୁ ଜଳ ଲାଭ କରିଥିବା ତାପ=ଲୁହାକୁଣ୍ଟାଗୁଡ଼ିକ ହରାଇଥିବା ତାପ

$\therefore\ 120(17\cdot8-13\cdot2)=60\times S\times(100-17\cdot8)$

ବା, $120\times4\cdot6=60\times S\times82\cdot2$

ବା, $S=\dfrac{120\times4\cdot6}{60\times82\cdot2}\sim0\cdot112$

∴ ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=$0\cdot112$ ।

(2) 200 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପ୍ଲାଟିନମ ଗୋଲକକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯିବା ପରେ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 150 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଗଲା । ଏପରି କରାଯିବାରୁ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 30°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଗଲା । ଉତ୍ତପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଗୋଲକର ତାପମାତ୍ରା କେତେ ହୋଇଥିଲା ? [ପ୍ଲାଟିନମ୍‌ର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·031]

ମନେକର ଉତ୍ତପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ଲାଟିନମ ଗୋଲକର ତାପମାତ୍ରା=θ°C ।

ଏଠାରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଗୋଲକଟି ହରାଉଥିବା ତାପକୁ ଜଳ ଶୋଷଣ କରି ନେଉଛି ।

ଉତ୍ତପ୍ତ ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଗୋଲକଟି ହରାଉଥିବା ତାପ=ଗୋଲକଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ପ୍ଲାଟିନମ୍‌ର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ

$=200\times0\cdot31\times(\theta-30)$ କାଲୋରୀ ।

ଜଳ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ=ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି

$=150\times(30-0)$ କାଲୋରୀ

$=150\times30$ କାଲୋରୀ

ମାତ୍ର, ଜଳ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ=ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଗୋଲକ ହରାଉଥିବା ତାପ ।

$\therefore\ 150\times30=200\times0\cdot031\times(\theta-30)$

ବା, $45=2\times0\cdot31\times(\theta-30)$

ବା, $\theta-30=\dfrac{45}{0\cdot062}=725\cdot8$

$\therefore\ \theta\sim755\cdot8$°C

∴ ଉତ୍ତପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ଲାଟିନମ୍ ଗୋଲକଟିର ତାପମାତ୍ରା 755·8°C ହୋଇଥିଲା ।

(3) 90°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 50 ଗ୍ରାମ୍ ଲୁହାକୁ 0·5 ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବିଶିଷ୍ଟ 50 ଗ୍ରାମ୍ ତେଲ ରଖାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀ ମିଟର ଭିତରେ ପକାଇ ଦିଆଗଲା । ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପ ପରିମାଣ ଯଦି 29·5°C ହୋଇଥାଏ ଓ କାଲୋରୀମିଟର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଯଦି 4·8 ଗ୍ରାମ୍ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତେଲର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·112]

ମନେକର, ତେଲର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା$=\theta°C$ । ଏଠାରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଲୁହାଟି ହଗଉଥିବା ତାପକୁ ତେଲ ଓ କାଲୋରୀମିଟର ଉଭୟ ଗ୍ରହଣ କରୁଛନ୍ତି ।

ଉତ୍ତପ୍ତ ଲୁହାଟି ହଗଉଥିବା ତାପ=ଲୁହାଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ

$=50\times0{\cdot}112\times(90-29{\cdot}5)$ କାଲୋରୀ ।

କାଲୋରୀମିଟର ଲଭ କରୁଥିବା ତାପ=କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ× ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

$=4{\cdot}8\ (29{\cdot}5-\theta)$ କାଲେରୀ ।

ତେଲ ଲଭ କରୁଥିବା ତାପ=ତେଲର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

$=50\times0{\cdot}5\times\ (29{\cdot}5-\theta)$ କାଲେରୀ ।

$\because$ କାଲେରୀମିଟର ଲଭ କରୁଥିବା ତାପ+ତେଲ ଲଭ କରୁଥିବା ତାପ= ଲୁହାଟି ହଗଉଥିବା ତାପ ।

$\therefore\ 4{\cdot}8\ (29{\cdot}5-\theta)+50\times0{\cdot}5\times(29{\cdot}5-\theta)$

$=50\times0{\cdot}112\times(90-29{\cdot}5)$

ବା, $(29{\cdot}5-\theta)\ (4{\cdot}8+25)=5\times1{\cdot}12\times60{\cdot}5$

ବା, $(29{\cdot}5-\theta)\times29{\cdot}8=5\times1{\cdot}12\times60{\cdot}5$

ବା, $29{\cdot}5-\theta=\dfrac{5\times1{\cdot}12\times60{\cdot}5}{29{\cdot}8}$

$\simeq11{\cdot}3$

$\therefore\ \theta=18{\cdot}2°C$

$\therefore$ ତେଲର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା$=18{\cdot}2°C$ ।

(4) 91°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 10 ଗ୍ରାମ୍ ଲୁଣକୁ 13°Cରେ ଥିବା 0.428 ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବିଶିଷ୍ଟ 125 ଗ୍ରାମ୍ ଟର୍‌ପେନଟାଇନ୍ ତେଲ ଭିତରେ ପକାଇ ଦେବାରୁ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପାମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ 16°C ହୋଇଗଲା । ଲୁଣର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ମନେକର, ଲୁଣର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=S । ଏଠାରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଲୁଣ ହଗଉଥିବା ତାପକୁ ଟର୍‌ପେନଟାଇନ୍ ତେଲ ଶୋଷଣ କରି ନେଉଛି ।

ଉତ୍ତପ୍ତ ଲୁଣ ହଗଉଥିବା ତାପ=ଲୁଣର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ× ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ

$=10\times S\times(91-16)$ କାଲେରୀ ।

ଟର୍‌ପେନଟାଇନ୍ ତେଲ ଲଭ କରୁଥିବା ତାପ=ତେଲର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି

$=125\times0{\cdot}428\times(16-13)$ କାଲେରୀ ।

କିନ୍ତୁ ଲୁଣ ହଗଉଥିବା ତାପ=ଟର୍‌ପେନଟାଇନ୍ ତେଲ ଲଭ କରୁଥିବା ତାପ ।

$\therefore\ 10 \times S \times (91-16) = 125 \times 0{\cdot}428 \times (16-13)$

ବା, $10 \times S \times 75 = 125 \times 0{\cdot}428 \times 3$

ବା, $S = \dfrac{125 \times 0{\cdot}428 \times 3}{10 \times 75} = 0{\cdot}214$

$\therefore$ ଲୁଣର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$=0{\cdot}214$ ।

(5) 29°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 0·54 ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ତରଳବସ୍ତୁକୁ 11°C ତାପାମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 0·36 ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ତରଳବସ୍ତୁ ସହ ମିଶାଇ ଦେବାରୁ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା 17°C ହୋଇଗଲା । ମିଶାଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ମନେକର, ଗରମ ଓ ଥଣ୍ଡା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ m_1 ଗ୍ରାମ୍ ଓ m_2 ଗ୍ରାମ୍ ।

ଗରମ ତରଳ ବସ୍ତୁଟି ହରଉଥିବା ତାପ=ଗରମ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ × ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ।

$= m_1 \times 0{\cdot}54 \times (29-17)$ କାଲୋରୀ ।

ଥଣ୍ଡା ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ=ଥଣ୍ଡା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ × ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

$= m_2 \times 0{\cdot}36 \times (17-11)$ କାଲୋରୀ ।

$\because$ ଗରମ ବସ୍ତୁଟି ହରଉଥିବା ତାପ=ଥଣ୍ଡା ବସ୍ତୁଟି ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ

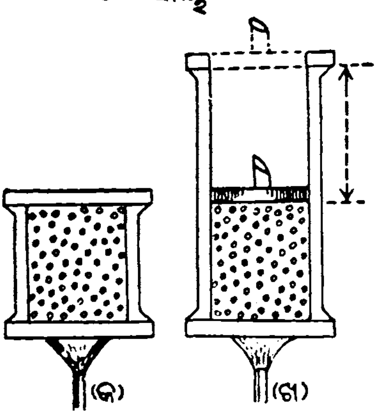
$\therefore\ m_1 \times 0{\cdot}54 \times (29-17) = m_2 \times 0{\cdot}36 \times (17-11)$

ବା, $m_1 \times 0{\cdot}54 \times 12 = m_2 \times 0{\cdot}36 \times 6$

ବା, $\dfrac{m_1}{m_2} = \dfrac{0{\cdot}36 \times 6}{0{\cdot}54 \times 12} = \dfrac{1}{3}$

$\therefore$ ମିଶାଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ$=1:3$ ।

33.18 ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ :



(ଚିତ୍ର 201)

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥକୁ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଯେପରି ଭାବରେ ଆବଦ୍ଧ କରି ରଖାଯାଇଥାଏ, ତା ଉପରେ ହିଁ ସେହି ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପର ପରିମାଣ ନିର୍ଭର କରେ । ଯଦି ଚିତ୍ର 201 (କ)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତାପ ଯୋଗାଇଦେବା ଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରେ ।

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପରିମିତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପକୁ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ (Specific heat at Constant Volume) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ C_v ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ ।

ଯଦି ଚିତ୍ର 201 (ଖ)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ପରି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପିଷ୍ଟନ ଧାରିତ ପାତ୍ର ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସକୁ ଆବଦ୍ଧ କରି ତା'ର ଚାପର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଏ, ତା'ହେଲେ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ଆୟତନ ବଢ଼ିଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଗ୍ୟାସଟି ସକ୍ରିୟ ହୋଇଯାଏ ଓ ଏହା ପିଷ୍ଟନକୁ ଉପରକୁ ଠେଲେ । ତେଣୁ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଓ ତାହାକୁ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ କରାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ପରିମାଣର ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବାକୁ ହୋଇଥାଏ ।

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଚାପକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପରିମିତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପକୁ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ (Specific heat at Constant pressure) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ C_p ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ ।

ଉଭୟ ପ୍ରକାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ସଂଜ୍ଞାରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ବୁଝିହେଉଛି ଯେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିତ କରାଯାଉଛି । ତେଣୁ, ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି (Internal Energy) ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ହେଉଛି । ଏଥିରୁ ବୁଝିହେଉଛି ଯେ, **କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ତା'ର ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।** କାରଣ ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା 1° ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବା ବ୍ୟତିରେକେ ତାହାର ପ୍ରସାରଣ ଘଟିବା ପାଇଁ ତା'କୁ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ କରାଇବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ମଧ୍ୟ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଏ । ବାହ୍ୟ ଚାପର ପ୍ରଭାବ ବିରୋଧରେ କାର୍ଯ୍ୟକରି ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥଟି ନିଜର ପ୍ରସାରଣ ଘଟାଇଥାଏ ।

କେତେକ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ

ଗ୍ୟାସ୍‌ର ନାମ	C_p	C_v
ବାୟୁ	0·237	0·168
ଉଦଜାନ	3·409	2·4[illegible]
ଯବକ୍ଷାରଜାନ	0·2438	0·172
ଅମ୍ଳଜାନ	0·2175	0·154

33.19 ଗୁପ୍ତ ତାପ (Latent heat) :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିଲେ, ଆମେ କହୁ ଯେ ତାହାକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ମାତ୍ର ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ସମୟରେ ମଧ୍ୟ ତାହାର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବାର କୌଣସି ସୂଚନା ମିଳେ ନାହିଁ, ସେତେବେଳେ ପଦାର୍ଥଟିକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ତାପକୁ **ଗୁପ୍ତ ତାପ (Latent heat)** କୁହାଯାଏ । **କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥ ନିଜର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଉଥିବା ସମୟରେ ଏପରି ପରିସ୍ଥିତି ଉପୁଜି ଥାଏ ।** ଅର୍ଥାତ୍, ପଦାର୍ଥଟି କଠିନାବସ୍ଥାରୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେବା ବେଳେ ଅଥବା ତରଳାବସ୍ଥାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟାବସ୍ଥାକୁ ପରିଣତ ହେଲାବେଳେ ଯୋଗାଇ ଦିଆ-ଯାଉଥିବା ତାପ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇ ପାରେ ନାହିଁ । ଏହା କେବଳ ତା'ର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।

33.20 ଗଳନ ଗୁପ୍ତ ତାପ (Latent heat of fusion) :

ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ଘଟାଇ ଏକ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥକୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପକୁ ପଦାର୍ଥର ଗଳନ ଗୁପ୍ତ ତାପ କୁହାଯାଏ । ସି. ଜି. ଏସ୍. ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକକକୁ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତାପର ଏକକକୁ 1 କାଲୋରୀ ନିଆଯାଏ । ତେଣୁ ସି. ଜି. ଏସ୍ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ 'ଗଳନର ଗୁପ୍ତ ତାପ'ର ସଂଜ୍ଞାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ-ପାରେ ।

ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ଘଟାଇ ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି କଠିନ ପଦାର୍ଥକୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ କାଲୋରୀ ମାପ ଅନୁସାରେ ଆବଶ୍ୟକ ତାପକୁ ପଦାର୍ଥର ଗଳନର ଗୁପ୍ତ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ବରଫର ଗଳନ ଗୁପ୍ତ ତାପ 80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ । ଅର୍ଥାତ୍ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ ସେହି $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ 80 କାଲୋରୀ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ । ଏହି ଉଦାହରଣଟିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ବୁଝି ହେଉଛି ଯେ, $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପୀୟ ଅବସ୍ଥା $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫର ତାପୀୟ ଅବସ୍ଥାଠାରୁ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫଠାରୁ 80 କାଲୋରୀ ଅଧିକ ତାପ ଧାରଣ କରିଥାଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ହିଁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳକୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ତା' ଠାରୁ 80 କାଲୋରୀ ତାପ କାଢ଼ିନେବା ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, **$0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ**

1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରୁ 80 କାଲୋରୀ ତାପ କାଢ଼ି ନିଆଗଲେ ତାହା 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ ।

33·21 ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ (Latent heat of vaperisation) :

ତାପମାତ୍ରାର କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ଘଟାଇ ଏକ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ତା'ର ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପକୁ ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ କୁହାଯାଏ । ସି. ଜି. ଏସ୍. ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତ ତାପର ସଂଜ୍ଞାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବେ ଲେଖାଯାଇ ପାରେ । **ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ଘଟାଇ ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳପଦାର୍ଥକୁ ତା'ର ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ କାଲୋରୀ ମାପ ଅନୁଯାୟୀ ଆବଶ୍ୟକ ତାପକୁ ପଦାର୍ଥଟିର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଗୁପ୍ତତାପ କୁହାଯାଏ ।**

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=537 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ । ଅର୍ଥାତ୍ 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳକୁ ସେହି 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରି ଦେବାପାଇଁ 537 କାଲୋରୀ ତାପ ଦରକାର । ଏହି ଉଦାହରଣଟିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ବୁଝି ହେଉଛି ଯେ, 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 1 ଗ୍ରାମ୍ ବାଷ୍ପର ତାପୀୟ ଅବସ୍ଥା 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପୀୟ ଅବସ୍ଥା ଠାରୁ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ, ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ବାଷ୍ପ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳଠାରୁ 537 କାଲୋରୀ ଅଧିକ ତାପ ଧାରଣ କରିଥାଏ ।

ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ **ବାଷ୍ପର ଗୁପ୍ତତାପ କୁହାଯାଏ ।**

[∵ 1 ପାଉଣ୍ଡ=453·6 ଗ୍ରାମ୍ ଓ 1 B. Th. U.=252 କାଲୋରୀ] ।

∴ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ $\frac{80\times453\cdot6}{252}\frac{\text{B. Th. U.}}{\text{ପାଉଣ୍ଡ}}$

=144 B.Th.U./ପାଉଣ୍ଡ ।

∴ ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ = 537 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍

$$=\frac{537\times453\cdot6}{252}\ \frac{\text{B.Th.U}}{\text{ପାଉଣ୍ଡ}}=966\cdot6\ \text{B. Th. U./ପାଉଣ୍ଡ}$$ ।

33·22 ମିଶ୍ରଣ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ପରିଷ୍କାର ଓ ଶୁଷ୍କ କାଲୋରୀମିଟର ନିଆଯାଏ । ଏହି କାଲୋରୀମିଟର ସହ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ମଛକଟିର ତଳେ ଥିବା ତା'ର ମୁଦିଟିରେ,

ଗୋଟିଏ ତାର ଜାଲି (Wire gauge) ଲାଗିଥିବା ବିଧେୟ । ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରଥମେ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_1 ଗ୍ରାମ୍ । ତତ୍‌ପରେ କାଲୋରୀମିଟରର ପ୍ରାୟ $\frac{2}{3}$ ଅଂଶ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_2 ଗ୍ରାମ୍ । ଗୋଟିଏ ସୂଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ତାପମାତ୍ରା θ_1°C ।

ତତ୍‌ପରେ କେତୋଟି ବରଫଖଣ୍ଡକୁ ବ୍ଲଟିଂ କାଗଜରେ ଚାପି ଦିଆଯାଇ ଶୁଷ୍କ କରାଯାଏ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ କାଲୋରୀମିଟରରେ ପକାଇ ଦିଆଯାଏ । ବରଫଖଣ୍ଡ-ଗୁଡ଼ିକୁ ପକାଇଲା ପରେ ମନ୍ଥକର ଜାଲିତଳେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଦବାଇରଖି ଜଳକୁ ଭଲଭାବରେ ମନ୍ଥନ କରାଯାଏ । ମନ୍ଥନ କରୁଥିବା ସମୟରେ କାଲୋରୀମିଟରରେ ଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ପାରଦସ୍ତମ୍ଭ ପ୍ରତି ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ, ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କମି କମି ଯାଉଛି ଏବଂ ଶେଷକୁ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ସର୍ବନିମ୍ନ ହୋଇଯିବା ପରେ ପୁଣି ବଢ଼ିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି । ଏହି ସର୍ବନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରାହିଁ ଆମକୁ ଜଳ ଓ ବରଫ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦିଏ । ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା θ_2°C ।

କିଛି ସମୟ ପରେ, କାଲୋରୀମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଜଳ ଓ ଗଳିତ ବରଫକୁ ଧାରଣ କରିଥିବା କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଥିବା ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m_3 ଗ୍ରାମ୍ ।

ମନେକର, ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ = L କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।

ଏଠାରେ, କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=(m_2-m_1)$ ଗ୍ରାମ୍ $=m$ ଗ୍ରାମ୍ ଓ କାଲୋରୀମିଟରରେ ପକାଇଥିବା ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=(m_3-m_2)$ ଗ୍ରାମ $=M$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ପରୀକ୍ଷାରୁ ବୁଝିହେଉଛି ଯେ, ପ୍ରଥମତଃ ବରଫ ଜଳଠାରୁ ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ନିଜର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଉଛି ଏବଂ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଉଛି । ଏ ସମୟରେ ତାର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁନାହିଁ । ମାତ୍ର ଏହା 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ପରେ ପୁଣି ଜଳଠାରୁ ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ 0°C ଠାରୁ θ_2°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଉଛି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ, 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ M ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ M ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ = ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ

$= M \times L$ କାଲୋରୀ ।

$0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ M ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା $\theta_2°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=ଗଳିତ ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି

$=M(\theta_2-0)$ କାଲୋରୀ [∵ ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=1]

$=M\theta_2$ କାଲୋରୀ ।

∴ ବରଫ ଲଭ କରିଥିବା ମୋଟ ତାପ=$(ML+M\theta_2)$ କାଲୋରୀ ।

ପୁନଶ୍ଚ, କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ହରାଇଥିବା ତାପ=କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଏଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ।

$=m_1\times S\times(\theta_2-\theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

[ଏଠାରେ S=କାଲୋରୀମିଟରଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ।]

କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ=ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ [∵ ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=1]

$=m(\theta_2-\theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

∴ ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀମିଟରଟି ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପ=$m_1S(\theta_1-\theta_2)+m(\theta_1-\theta_2)$ କାଲୋରୀ ମାତ୍ର; ବରଫ ଲାଭ କରୁଥିବା ମୋଟ ତାପ=ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପ ।

$$\therefore ML+M\theta_2=m_1S(\theta_1-\theta_2)+m(\theta_1-\theta_2)$$

$$=(\theta_1-\theta_2)(m_1S+m) \text{ ।}$$

$$\therefore ML=(\theta_1-\theta_2)(m_1S+m)-M\theta_2 \text{ ।}$$

ବା, $$L=\frac{(\theta_1-\theta_2)(m_1S+m)}{M}-\theta_2\ldots\ldots\ldots(5)$$

ଯଦି କାଲୋରୀମିଟର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ W ହୁଏ, ତାହାହେଲେ $W=m_1S$ ।

$$\therefore L=\frac{(\theta_1-\theta_2)(W+m)}{M}-\theta_2\ldots\ldots\ldots(6)$$

Sର ମୂଲ୍ୟ ଆଗରୁ ଜଣାଅଛି ଏବଂ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣପାର୍ଶ୍ୱର S_1 ଓ S_2 ଭିନ୍ନ ସମସ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇ ସାରିଛି । ତେଣୁ, Lର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ।

ପରୀକ୍ଷାରେ ରହିଯାଉଥିବା ତ୍ରୁଟି ଓ ସେଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତିକାର :

(1) କାଲୋରୀମିଟରରେ ପକାଯାଉଥିବା ବରଫ ଶୁଷ୍କ ହୋଇଥିବା ଆବଶ୍ୟକ । କାରଣ, ଏହି ବରଫ ସହିତ ଯଦି କିଛି ପରିମାଣର ଜଳ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରକୁ ଗଲି ଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତାହାକୁ ଆମେ ହିସାବକୁ ନେଇ ପାରିବା ନାହିଁ । ତେଣୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଥିବା Lର ମୂଲ୍ୟ ଭୁଲ ହୋଇଯିବ ।

(2) ବରଫକୁ ଜଳ ଉପରେ ଭସିବାକୁ ଛାଡ଼ିଦିଆଯିବା ଉଚିତ ନୁହେଁ । ଏପରି କରାଗଲେ ଏହାର ଉପରିଭାଗ ଜଳଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣକରିବା ପରିବର୍ତ୍ତେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାୟୁ-ଠାରୁ ମଧ୍ୟ କିଛି ପରିମାଣର ତାପ ଶୋଷଣ କରିନେବ । ଏହି ତ୍ରୁଟି ନ ଘଟିବା ପାଇଁ ମନ୍ଥକର ତାର ଜାଲିଦ୍ୱାରା ବରଫକୁ ଜଳ ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିବା ବିଧେୟ ।

(3) ଅତ୍ୟଧିକ ପରିମାଣର ବରଫ ଜଳ ଭିତରେ ପକାଯିବା ଉଚିତ ନୁହେଁ । ଏପରି କରାଗଲେ କାଲୋରୀମିଟରର ବାହ୍ୟ କାନ୍ଥ ଦେହରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଘନୀଭୂତ ହୋଇ ଲାଗିଯିବ । ଏତଦ୍ୱାରା ଫଳାଫଳରେ ତ୍ରୁଟି ପରିଲକ୍ଷିତ ହେବ ।

(4) ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରା ଠାରୁ କମ୍ ହେଉଥିବାରୁ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଜଳ ବିକିରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ-ଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣ କରିନେବା ସ୍ୱାଭାବିକ । ଏପରି ତ୍ରୁଟି ନ ଘଟିବା ପାଇଁ ଅତ୍ୟଧିକ ପରିମାଣର ବରଫ ଜଳ ସହ ମିଶାଯାଏ ନାହିଁ । ପରୀକ୍ଷା ଆରମ୍ଭ ପୂର୍ବରୁ କାଲୋରୀ-ମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରା ଠାରୁ ମାତ୍ର 4°C ବା 5°C ଅଧିକ ହୋଇଥିଲେ ଏପରି ତ୍ରୁଟିର ପରିମାଣ ଅଧିକ ହୁଏ ନାହିଁ ।

33.23 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା କରି ନିମ୍ନୋକ୍ତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ମିଳିଲା ।

କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=50 ଗ୍ରାମ୍ ।

କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ+ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=150 ଗ୍ରାମ୍ ।

କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ+ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ+ପକାଯାଇଥିବା ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=160 ଗ୍ରାମ୍ ।

ଜଳର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା=30°C ।

ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା=20·5°C ।

କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·1 ।

ଏହି ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକରୁ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଏଠାରେ, $m_1=50$ ଗ୍ରାମ୍, $m_2=150$ ଗ୍ରାମ୍

$m_3=160$ ଗ୍ରାମ୍, $\theta_1=30°C$ ।

ଏବଂ $\theta_2=20{\cdot}5°C$ ।

ମନେକର ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=L କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।

ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, $m=m_2-m_1=150-50=100$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, $M=m_3-m_2=160-150=10$ ଗ୍ରାମ୍ ।

∴ (5) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$L=\frac{(\theta_1-\theta_2)(m_1S+m)}{M}-\theta_2$$

$$=\frac{(30-20\cdot5)(50\times0\cdot1+100)}{10}-20\cdot5$$

$$=\frac{9\cdot5\times105}{10}-20\cdot5=99\cdot75-20\cdot5=79\cdot25$$ କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।

∴ ପରୀକ୍ଷାରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=79·25 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।

କେତେକ ପଦାର୍ଥର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ :

ପଦାର୍ଥର ନାମ	L (କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍)
ବରଫ	80·02
ପାରଫିନ୍	35·1
ଜିଙ୍କ୍	28·13
ସୀସା	5·86
ରୂପା	21·07
ଟିଣ	14·0
ପାରଦ	2·82

33.24 ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର (Ice-calorimeters) :

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବରଫକୁ ତରଳାଇବା ପାଇଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ତାପ ଆବଶ୍ୟକ । ଏହି ତଥ୍ୟକୁ ଭିତ୍ତିକରି ତାପ ମାପନ ପାଇଁ ବିଶେଷଧରଣର ଉପକରଣ ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଛି । ଏହାକୁ **ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର** କୁହାଯାଏ । ଏତଦ୍ବାରା ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବା ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ସାଧାରଣତଃ ତିନି ପ୍ରକାରର ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଉକ୍ତ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟରଗୁଡ଼ିକର ନାମକରଣ ଉଦ୍ଭାବନକାରୀ ବୈଜ୍ଞାନିକଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ ହୋଇଛି । ଯଥା—(i) **ବ୍ଲାକ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର** (ii) **ଲାଭଏଜର୍ ଓ ଲାପ୍ଲାସ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର ଓ** (iii) **ବୁନ୍‌ସେନ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର** ।

ବ୍ଲାକ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର :

ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର ମଧ୍ୟରେ ଏହାର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତି ସରଳ । ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ବରଫଖଣ୍ଡ ଭିତରେ ଏକ ଗର୍ତ୍ତ ଖୋଦନ କରଯାଇ ଏହି କାଲୋରୀମିଟରକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରଯାଏ । ଏହି ଗର୍ତ୍ତର ମୁହଁକୁ ବନ୍ଦ ରଖିବାଲାଗି ଅନ୍ୟ ଏକ ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ଢାଙ୍କୁଣି ସଦୃଶ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ ।

ପ୍ରଥମେ ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବା ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବ, ତହିଁରୁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡ ନିଆଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m ଗ୍ରାମ୍ । ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ବାଷ୍ପକୋଠରୀ ବା ତଦ୍ରୂପ ଆୟୋଜନ ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଏହାର ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏପରି ଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କଲେ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା θ ଡିଗ୍ରୀ ହେଉଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଖଣ୍ଡକୁ ହଠାତ୍ ବରଫ କାଲୋରୀମିଟରର ଢାଙ୍କୁଣିଟିକୁ ଟେକି ତାର ଗର୍ତ୍ତଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ବସ୍ତୁଟି ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରିଯିବା ମାତ୍ରେ ଢାଙ୍କୁଣିଟିକୁ ବନ୍ଦକରି ଦିଆଯାଏ । କିଛି ସମୟ ପରେ ଢାଙ୍କୁଣିଟିକୁ ଉଠାଇ ନିଆଯାଏ । ତଦ୍ୱାରା ବରଫ କାଲୋରୀମିଟରରେ କିଛି ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳିଯାଇ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଏହି ଜଳକୁ ଗୋଟିଏ ପିପେଟରେ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏରୂପେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=$M ଗ୍ରାମ୍ । ଏଠାରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟି ତାପ ହରାଉଛି ଏବଂ ବରଫ ଏହି ତାପକୁ ଶୋଷଣକରି କେବଳ ନିଜର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଉଛି ।

ଯଦି ନିଆଯାଇଥିବା କଠିନ ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ S ହୁଏ, ତାହାହେଲେ କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ତାପ$=mS\theta$ କାଲୋରୀ । M ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ତରଳିଯିବା ପାଇଁ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ $=$ML କାଲୋରୀ [ଏଠାରେ L$=$ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ] ମାତ୍ର କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ତାପ$=$ବରଫ ଲାଭକରୁଥିବା ତାପ ।

$$\therefore\ mS\theta = ML \qquad (7)$$

(କ) ଯଦି ଆମକୁ Lର ମୂଲ୍ୟ ଆଗରୁ ଜଣାଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିରୁ Sର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଯିବ । କାରଣ, $S=\dfrac{ML}{m\theta}$ ....(7a)

(ଖ) ଯଦି ଆମକୁ Sର ମୂଲ୍ୟ ଆଗରୁ ଜଣାଥାଏ, ତାହାହେଲେ (7) ସମୀକରଣରୁ Lର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ । କାରଣ, ଏଠାରେ

$$L=\frac{mS\theta}{M} \qquad (7b)$$

(ଗ) ଆମକୁ L ଓ Sର ମୂଲ୍ୟ ଆଗରୁ ଜଣାଥିଲେ (7) ସମୀକରଣରୁ θର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ । କାରଣ, $\theta=\dfrac{ML}{mS}$ ....(7c)

କୌଣସି ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁକୁ ଯଦି ଗୋଟିଏ ଭଟି ବା ଚୂଲା ଭିତରେ ରଖି ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ଭଟି ବା ଚୂଲାର ତାପମାତ୍ରା $\theta^\circ C$ ହେବ । ତେଣୁ (7c) ସମୀକରଣରୁ ଏପରି ଗୋଟିଏ ଭଟି ବା ଚୂଲାର ତାପମାତ୍ରା ହିସାବ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ । ଆଜିକାଲି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଭଟି ବା ଚୂଲାର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ **ପାଇରୋମିଟର** ନାମକ ବିଶେଷ ଧରଣର ଉପକରଣର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଉଛି । ମାତ୍ର ଏହା ଉଦ୍ଭାବିତ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ଏପରି କାମ ଚୂଲାଇବା ପାଇଁ ବ୍ଲାକ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟରର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଉଥିଲା ।

ନିମ୍ନଲିଖିତ କାରଣଗୁଡ଼ିକ ଯୋଗୁଁ ବ୍ଲାକ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟରରୁ ସଠିକ ଫଳାଫଳ ମିଳେ ନାହିଁ—

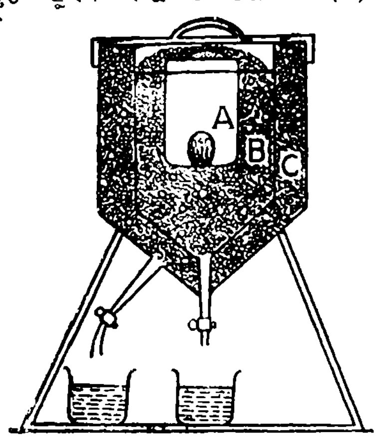
(i) ବରଫ ତରଳିଯିବା ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ସମୁଦାୟ ଜଳକୁ ପିପେଟ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ସଂଗ୍ରହ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

(ii) ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣ କରି ଗର୍ତ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ବରଫ ତରଳିଯାଏ । ମାତ୍ର ଏପରି ଘଟୁଥିବା ବେଳେ ବରଫ ବାହ୍ୟ ପରିସ୍ଥିତିର ପ୍ରଭାବ ଯୋଗୁଁ ମଧ୍ୟ କିଛି ପରିମାଣରେ ତରଳି ଯାଏ । ଏହାକୁ ହିସାବକୁ ନେବା ସମ୍ଭବ ହେଉ ନ ଥିବାରୁ ଫଳାଫଳରେ ତ୍ରୁଟି ରହିଯାଏ ।

ଲାଭଏଜର୍ ଓ ଲାପ୍ଲାସ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର (Lavoisier and Laplace's Ice-Calorimeter) :

ବ୍ଲାକଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟରର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଲାଭଏଜର୍ ଓ ଲାପ୍ଲାସ ଗୋଟିଏ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଉନ୍ନତ ଧରଣର ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ଏତଦ୍ୱାରା ଉଭୟ କଠିନ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ବା ଗୋଟିଏ ଅତ୍ୟଧିକ ଉତ୍ତପ୍ତ ଭାଟିର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କଲେ ବ୍ଲାକ୍‌ଙ୍କ କାଲୋରୀମିଟର ଅପେକ୍ଷା ସଠିକ ଫଳ ମିଳିଥାଏ ।

ଏହି ଉପକରଣଟିରେ ତମ୍ବା କାଛଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ତିନୋଟି କୋଠରୀ ଥାଏ । ଚିତ୍ର 202ରେ ଏଗୁଡ଼ିକୁ A, B ଓ C ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି । B ଓ C କୋଠରୀ ମଧ୍ୟରେ ଖୁନ୍ଦାଖୁନ୍ଦିକରି ବରଫ ଭର୍ତ୍ତି କରି ଦିଆଯାଏ । ଉପକରଣଟିର ମୁହଁକୁ ବନ୍ଦ ରଖିବା ସକାଶେ ଗୋଟିଏ ଢାଙ୍କୁଣି ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ମଝି କୋଠରୀରେ (B) ତରଳିଯାଉଥିବା ବରଫକୁ ସଂଗ୍ରହ କରିବା ଲାଗି ତା'ର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଗୋଟିଏ ନଳୀ ଲାଗିଥାଏ । ଏହି ନଳୀର ମୁହଁକୁ ଗୋଟିଏ ଠିପିଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦ ରଖାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଆବଶ୍ୟକସ୍ଥଳେ ଠିପିଟିକୁ ଖୋଲିଦିଆଯାଇ ତହିଁରୁ ଜଳ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଏ । ବାହ୍ୟ କୋଠରୀଟିକୁ (C) ମଧ୍ୟ ବରଫଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଯାଉଥିବାରୁ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ କୋଠରୀର (A) ତାପମାତ୍ରା ସର୍ବଦା 0°C ହୋଇଥାଏ । ଯେଉଁ ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବାର କଥା, ଢାଙ୍କୁଣିଟିକୁ ଉଠାଇ ସେହି ବସ୍ତୁଟିକୁ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ କୋଠରୀ ଭିତରେ ପକାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ଢାଙ୍କୁଣିଟିକୁ ବନ୍ଦକରି ଦିଆଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଠାରୁ ତାପ ସଞ୍ଚାଳିତ ହୋଇ ବରଫକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରେ ଏବଂ ମଝି କୋଠରୀରେ ଥିବା କିଛି ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳି ଯାଏ । ଏହି ଗଳିତ ବରଫ ମଝି କୋଠରୀର ତଳେ ଥିବା



(ଚିତ୍ର 202)

ନଳୀବାଟେ, ଠିପିଟିକୁ ଖୋଲିଦେବାଦ୍ୱାରା ପଦାକୁ ବାହାରି ଆସେ । ଏହି ଜଳକୁ ଗୋଟିଏ ବିକର୍‌ରେ ସଂଗ୍ରହ କରଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଗୋଟିଏ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ମନେକର, ନିଆଯାଇଥିବା କଠିନ ବସ୍ତୁଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=$M ଗ୍ରାମ୍ ଓ ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$=$S । ପୁଣି ମନେକରଯାଉ ଯେ, କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ରଖାଯିବା ପୂର୍ବରୁ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା θ°C ହୋଇଥିଲା ଏବଂ ତାହାକୁ କାଲୋରୀ-ମିଟର ଭିତରେ ରଖିଦେବା ଦ୍ୱାରା ମଝି କୋଠରୀରେ ଥିବା m ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ତରଳି ଯାଇ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଗଲା ।

ଏଠାରେ, ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ନିଜଠାରୁ ତାପ ହରାଇ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ θ°C ଠାରୁ 0°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦେଉଛି ଏବଂ ବରଫ ଏହି ତାପକୁ ଶୋଷଣ କରି ନିଜର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଉଛି । କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ତାପ$=mS\theta$ କାଲୋରୀ ଏବଂ ବରଫ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ$=mL$ କାଲୋରୀ ।

[ଏଠାରେ L$=$ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ]

ମାତ୍ର, କଠିନ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ତାପ$=$ବରଫ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ

$$\therefore\ MS\theta = mL \quad \text{ବା,}\quad S = \frac{mL}{M\theta}\ ।$$

ଯଦି କୌଣସି ଗୋଟିଏ **ତରଳ ପଦାର୍ଥର** ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଏହି କାଲୋରୀମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମାପିବା ପାଇଁ ଆମେ ଚାହିଁବା, ତାହାହେଲେ ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଓ ତାହାର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଇ ତାହାକୁ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ କୋଠରୀ ଭିତରେ ରଖିଦେବାକୁ ହେବ । ଏହି ତରଳ ପଦାର୍ଥଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣ କରି କିଛି ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳିଯିବ । ତେଣୁ, ଉଲ୍ଲିଖିତ ଭାବରେ ହିସାବ କରି ତରଳ ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରିବ ।

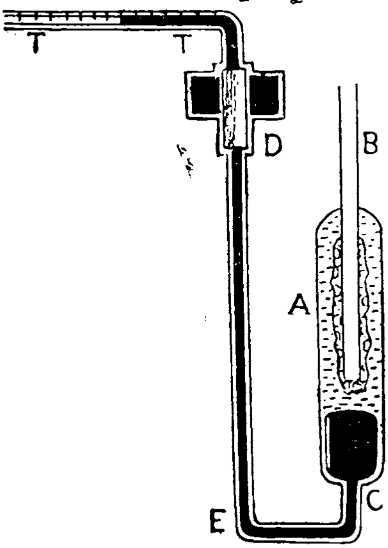
ଏହି ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ **ଅତ୍ୟଧିକ ପରିମାଣରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଭାଟି ବା ଚୁଲାର ତାପମାତ୍ରା** ଅନାୟାସରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରିବ । ଏଥିପାଇଁ, ଯେଉଁ କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ବଛାଯିବ, ତାହାର ଗଳନାଙ୍କ ଅତ୍ୟଧିକ ହେବା ବିଧେୟ । ଏହି କଠିନ ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ମଧ୍ୟ ଆମକୁ ଆଗରୁ ଜଣାଥିବ । କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଭାଟି ମଧ୍ୟରେ ଅଧିକ ସମୟ ପାଇଁ ରଖି ଦିଆଗଲେ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ଭାଟିର ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନ ହୋଇଯିବ । ଏପରି ଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ-ଥିବା ବସ୍ତୁଟିକୁ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ରଖିଦିଆଗଲେ, ତାହାଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣ କରି କିଛି ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳିଯିବ । ତେଣୁ, ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିରୁ ହିସାବଦ୍ୱାରା ଭାଟିର ତାପମାତ୍ରା (ବା θର ମୂଲ୍ୟ) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରିବ । କାରଣ, ଏଠାରେ $\theta = \frac{ML}{mS}$ ।

ବୁନ୍‌ସେନ୍‌ଙ୍କ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର :

0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବରଫ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଗଲେ, ତା'ର ଆୟତନରେ ହ୍ରାସ

ଘଟିଥାଏ । ଏହି ଘଟଣାଟିକୁ ଭିତ୍ତି କରି ବୁନ୍‌ସେନ୍ ତାପ ମାପିବା ପାଇଁ ଏକ ପ୍ରକାର ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର କାଲୋରୀମିଟର ମଧ୍ୟରେ ଏହା ହେଉଛି ସର୍ବୋତ୍‌କୃଷ୍ଟ । ଏତଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବା ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଭୁଲ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ପାଉଡ଼ର ଅବସ୍ଥାରେ ମିଳୁଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଓ ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଏହି କାଲୋରୀମିଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ବୁନ୍‌ସେନ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟରର ନମୁନା ଚିତ୍ର 203ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହାକୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବାଳିଆ କାଚପାତ୍ର ନିଆଯାଏ । ଚିତ୍ରରେ ଏହି ପାତ୍ରଟିକୁ A ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ପାତ୍ରର ଉପର ମୁହଁ ବାଟେ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ (B) ଏହା ଭିତରକୁ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ପରୀକ୍ଷା ନଳୀଟି ପାତ୍ର ଭିତରେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରହିଥାଏ । ଏହାକୁ ପାତ୍ରର ଉପର ମୁହଁଠାରେ ତାହାର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ସହିତ ବାୟୁରୁଦ୍ଧ ଭାବରେ ମୁଦି ଦିଆଯାଏ । ଲମ୍ବାଳିଆ ପାତ୍ରଟିର ତଳ ମୁହଁ ସହିତ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ଗୋଟିଏ ବଙ୍କାନଳୀ (CED) ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇ ଥାଏ । ଏହି ବଙ୍କାନଳୀର ଅଗ୍ରଭାଗ Dକୁ ଗୋଟିଏ କର୍କ୍ ଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ କର୍କର ଉପରିଭାଗରେ ଥିବା ଛିଦ୍ର ଭିତର ଦେଇ ଗୋଟିଏ କୈଶିକନଳୀ (TT) କର୍କ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଥାଏ । ସମଛିଦ୍ରଯୁକ୍ତ ଏହି କୈଶିକନଳୀର ଅନ୍ତଃବ୍ୟାସର ପରିମାଣ ଆଗରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥାଏ । କୈଶିକନଳୀର ଯେଉଁ ଅଂଶତକ ଭୂସମାନ୍ତର ଭାବରେ ରହେ, ତାହାର ବାହ୍ୟପାର୍ଶ୍ୱ ଦେଶରେ ଗୋଟିଏ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ ଖୋଦିତ ହୋଇଥାଏ ।



(ଚିତ୍ର 203)

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଲମ୍ବାଳିଆ ପାତ୍ରର ଉପରେ ବାୟୁ-କଣାବିହୀନ ପାତିତ ଜଳ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ନିମ୍ନଭାଗ ଓ CED ନଳୀ ଭିତରେ ବିଶୁଦ୍ଧ ପାରଦ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ପାତ୍ରରେ ଖୁନ୍ଦାଖୁନ୍ଦିକରି ରଖା-ଯାଇଥିବା ବରଫ ଭିତରେ ଏହି ଉପକରଣଟିକୁ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ବରଫ ଓ ଲୁଣର ମିଶ୍ରଣର ପ୍ରଭାବରେ କିଛି ପରିମାଣର ଆଲ୍‌କହଲ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା ଶୂନ୍ୟ ଡିଗ୍ରୀ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍‌ଠାରୁ କମାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏପରି ଭାବରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ ଥଣ୍ଡା ଆଲ୍‌କହଲ୍‌କୁ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ (B) ଭିତରେ ଢାଳି ଦିଆଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ଲମ୍ବାଳିଆ ପାତ୍ରଟି ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ତାର ଉପରେ ରଖାଯାଇଥିବା ପାତିତ ଜଳ ଘନୀଭୂତ ହୋଇ ବରଫ ପାଲଟି ଯାଏ । ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ ଚାରିପଟେ ପାତ୍ର ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ସମୁଦାୟ ପାତିତ ଜଳ ବରଫ ପାଲଟିଯିବା ପରେ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀଟିକୁ ପରିଷ୍କାର କରିଦିଆଯାଏ ଏବଂ ତା ଭିତରେ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ପାତିତ ଜଳ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହାପରେ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ସମୟ ପାଇଁ ଅପେକ୍ଷା କରିବାକୁ ହୋଇଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ, କୈଶିକନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ

ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହୁଛି ଏବଂ ଉପକରଣର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ତାପମାତ୍ରା $0°C$ ହେଉଛି, ସେତେବେଳେ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସେଲ୍‌ଟିରୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନର ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (M ଗ୍ରାମ୍) ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ଏବଂ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାକୁ $\theta°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁଟିକୁ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ରଖିଦିଆଯାଏ । ଏପରି କରାଯିବା ପରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟି ତାପ ହରାଇବା ଦ୍ୱାରା ତା'ର ତାପମାତ୍ରା $0°C$ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହାଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣକରି ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ଚାରିପଟେ ଥିବା କିଛି ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳିଯାଏ । ବରଫ ତରଳିଯାଇ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ଦ୍ୱାରା ତା'ର ଆୟତନ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇଯାଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ପାତ୍ର ଭିତରେ ଯେଉଁ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ତାହାକୁ ପୂରଣ କରିବା ସକାଶେ ପାରଦ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ ପଶଯାଏ । ଦେଖାଯାଏ ଯେ, କୈଶିକ-ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ କ୍ରମଶଃ କର୍କ ଆଡ଼କୁ ଖସିଯାଉଛି । କିଛି ସମୟ ପରେ କୈଶିକନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହିଯାଏ । ଏପରି ଘଟିବା ପରେ ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲଟିରୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏଣୁ ଏଠାରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ କେତେବାଟ ପଛକୁ ଘୁଞ୍ଚି-ଯାଇଛି । ଏହି ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିମାଣକୁ ନଳୀର ଅନୁଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହ ଗୁଣିଦିଆଯାଇ ଘୁଞ୍ଚି ଯାଇଥିବା ପାରଦର ଆୟତନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହା v ଘନ ସେ:ମି: । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ, ବରଫ ତରଳି ଯାଇ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବାରୁ ତା'ର ଆୟତନରେ v ଘନ ସେ:ମି: ସଙ୍କୋଚନ ଘଟିଛି ।

ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ ସେହି $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେଲେ ତା'ର ଆୟତନ 0·091 ଘନ ସେ:ମି: କମିଯାଏ ।

∴ ବରଫର ଆୟତନରେ v ଘନ ସେ:ମି: ସଂକୋଚନ ଘଟାଇବା ପାଇଁ ତରଳି ଯାଉଥିବା ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ହେଉଛି $\frac{v}{0{\cdot}091}$ ଗ୍ରାମ୍ ।

$0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ $=$ L କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।

∴ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା $\frac{v}{0{\cdot}091}$ ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ $=\frac{v}{0{\cdot}091}\times L$ କାଲୋରୀ ।

ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=$ M ଗ୍ରାମ୍ ଏବଂ ମନେକରାଯାଉ ଯେ, ତା'ର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ $=$ S ।

∴ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ତାପ $=M\times S\times(\theta-0)$ କାଲୋରୀ $=MS\theta$ କାଲୋରୀ ।

କିନ୍ତୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁଟି ହରାଉଥିବା ତାପ=ବରଫ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ ।

$$\therefore MS\theta = \frac{v}{0{\cdot}091} \times L$$

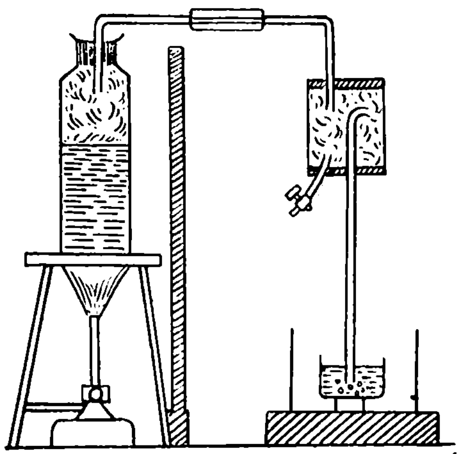
ବା, $$S = \frac{L \times v}{0{\cdot}091 \times M \times \theta} \quad \ldots\ldots\ldots(8)$$

Lର ମୂଲ୍ୟ ଆଗରୁ ଜଣାଅଛି ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା L ଭିନ୍ନ ସମସ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାପଡ଼ିଥିବାରୁ ହିସାବ ଦ୍ୱାରା Sର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ-ପାରିବ । ଏପରି ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ବୁନ୍‌ସେନ୍ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ବରଫ-କାଲୋରୀମିଟର-ଠାରୁ ଅଧିକ ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ ।

33·25 ମିଶ୍ରଣ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟି କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଶୁଷ୍କ ଓ ପରିଷ୍କୃତ କାଲୋରୀ-ମିଟର ଏବଂ ଗୋଟିଏ ମନ୍ଥକ ନିଆଯାଏ । ପ୍ରଥମେ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ କାଲୋରୀ-ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=m_1 ଗ୍ରାମ୍ । ତତ୍‌ପରେ କାଲୋରୀମିଟରର ପ୍ରାୟ $\frac{2}{3}$ ଅଂଶ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣକରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଏହି ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=m_2 ଗ୍ରାମ୍ । କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ତାପମାତ୍ରା θ_1°C । ଇତ୍ୟବସରରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଫୁଟନ ପାତ୍ରରେ କିଛି ଜଳକୁ ଫୁଟାଇ ବାଷ୍ପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଏ । ଏହି ବାଷ୍ପକୁ ଗୋଟିଏ ରବର ନଳୀ ବାଟେ ଗୋଟିଏ ବାଷ୍ପ-ଯନ୍ତା (Steam trap) ଭିତରକୁ ଛାଡ଼ି ଦିଆଯାଏ (ଚିତ୍ର 204 ଦେଖ) । ଅତ୍ୟଳ୍ପ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଯନ୍ତାର ତାପମାତ୍ରା ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଯନ୍ତାର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଲାଗିଥିବା ନଳୀବାଟେ ଶୁଷ୍କ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ପଦାକୁ ନିର୍ଗତ ହୁଏ । ଏପରି ଘଟିବା ପରେ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରକୁ ଶୁଷ୍କ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ପୁରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଜଳ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ପ୍ରତି ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ, ଜଳର ତାପ-ମାତ୍ରା ଅତି ଶୀଘ୍ର ବଢ଼ିଯାଉଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଜଳକୁ ଭଲ ଭାବରେ ମନ୍ଥନ କରାଯାଉଥାଏ । ଜଳର ତାପ-ମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ 4°C ବା 5°C ବଢ଼ିଯିବା



(ଚିତ୍ର 204)

ପରେ ଶୁଷ୍କ ଉତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ପ୍ରେରଣ କରିବା କାର୍ଯ୍ୟ ବନ୍ଦ କରାଯାଏ । ଜଳକୁ ଭଲ ଭାବରେ ମନ୍ଥନ କରି ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ମନେକର, ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ତାପମାତ୍ରା$=\theta_2$°C । କାଲୋରୀମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଆସିଯିବା ପରେ ପୁନର୍ବାର ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ$=m_3$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ମନେକର, ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ$=L$ କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ । କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=(m_2-m_1)$ ଗ୍ରାମ୍$=m$ ଗ୍ରାମ ଓ ଘନୀଭୂତ ହୋଇଥିବା ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=(m_3-m_2)$ ଗ୍ରାମ୍$=M$ ଗ୍ରାମ୍ ।

ଏଠାରେ ବାଷ୍ପ ପ୍ରଥମତଃ 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ନିଜଠାରୁ ତାପ ହରାଇ 100°C ତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଉଛି । ତତ୍‌ପରେ ଏହି 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳ ନିଜଠାରୁ ତାପ ହରାଇ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ θ_2°Cରେ ପରିଣତ କରିଦେଉଛି । କାଲୋରୀମିଟରର, ମନ୍ଥକ ଓ କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳ ଏହି ତାପକୁ ଆହରଣକରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ θ_1°C ଠାରୁ θ_2°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିତ କରି ଦେଉଛନ୍ତି ।

ତେଣୁ, ବାଷ୍ପ ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପ$=ML+M(100-\theta_2)$ କାଲୋରୀ ।

କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ$=m_1S(\theta_2-\theta_1)$ କାଲୋରୀ । [ଏଠାରେ S=କାଲୋରୀମିଟର ଓ ମନ୍ଥକ ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ।]

କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ$=m(\theta_2-\theta_1)$ କାଲୋରୀ ।

∴ କାଲୋରୀ ମିଟର, ମନ୍ଥକ ଓ କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳ ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପ$=\{m_1S(\theta_2-\theta_1)+m(\theta_2-\theta_1)\}$ କାଲୋରୀ$=(\theta_2-\theta_1)(m_1S+m)$ କାଲୋରୀ ।

ମାତ୍ର ବାଷ୍ପ ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପ=କାଲୋରୀମିଟର, ମନ୍ଥକ ଓ କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳ ଲାଭ କରୁଥିବା ମୋଟ ତାପ ।

$$\therefore ML+M(100-\theta_2)=(m_1S+m)(\theta_2-\theta_1)$$

ବା, $ML=(m_1S+m)(\theta_2-\theta_1)-M(100-\theta_2)$ ।

ବା $$L=\frac{(m_1S+m)(\theta_2-\theta_1)}{M}-(100-\theta_2) \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

ଯଦି କାଲୋରୀ ମିଟରର ତୁଲ୍ୟ ଜଳ ଭାରର ମୂଲ୍ୟ W ହୁଏ, ତାହାହେଲେ $W=m_1S$ ।

$$\therefore L=\frac{(W+m)(\theta_2-\theta_1)}{M}-(100-\theta_2) \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

Sର ମୂଲ୍ୟ ଆମକୁ ଆଗରୁ ଜଣାଅଛି । ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା S ଭିନ୍ନ ସମସ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇ ଥିବାରୁ, ହିସାବ କରଯାଇ Lର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରିବ ।

ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ କେତେକ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ :

ପଦାର୍ଥର ନାମ	ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ (କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍)
ଜଳ	537
ଗନ୍ଧକ	362
ଆଲ୍‌କହଲ୍	202
ଇଥର୍	90
ଟର୍‌ପେନ୍‌ଟାଇନ୍	70

33.26 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଗୋଟିଏ କୋଠରିରେ 15°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 30 ଲିଟର ବାୟୁ ପୂରି ରହିଛି । ଏହି ବାୟୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଲିଟର ପ୍ରତି 1·29 ଗ୍ରାମ୍ ହୋଇଛି । ଯଦି ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ 0·2375 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଏହି କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 30°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ କେତେ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ?

କୋଠରିରେ ଥିବା ବାୟୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=30\times1\cdot29$ ଗ୍ରାମ୍$=38\cdot7$ ଗ୍ରାମ୍ ।

∴ ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ 15°C ଠାରୁ 30° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=ବାୟୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି
$=38\cdot7\times0\cdot2375\times(30-15)$ କାଲୋରୀ
$=38\cdot7\times0\cdot2375\times15$ କାଲୋରୀ
$=137\cdot87$ କାଲୋରୀ ।

∴ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 30°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ 137·87 କାଲୋରୀ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ।

(2) 8 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପିତଳ ପାତ୍ରରେ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ 1·03 ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଶିଷ୍ଟ 200 ଘନ ସେ:ମି: ଦୁଗ୍ଧ ରଖାଯାଇଛି । ଏହି ଦୁଗ୍ଧ ସହିତ 98°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 200 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ମିଶାଇ ଦିଆଗଲା । ଦେଖାଗଲା ଯେ, ଏହି ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା 64°C ହେଉଛି । ଦୁଗ୍ଧର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ମନେକର, ଦୁଗ୍ଧର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=S
ଦୁଗ୍ଧର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=ଆୟତନ×ସାନ୍ଦ୍ରତା$=200\times1\cdot03$ ଗ୍ରାମ୍$=206$ ଗ୍ରାମ୍ ।
ଏଠାରେ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପକୁ ଦୁଗ୍ଧ ଓ ପିତଳ ପାତ୍ର ଶୋଷଣ କରି ନେଉଛି ।

ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ=ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ=200×(98—64) କାଲୋରୀ=200×34 କାଲୋରୀ ।

ଦୁଗ୍ଧ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ=ଦୁଗ୍ଧର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି=206×S×(64—30)=206×S×34 କାଲୋରୀ ।

ପିତ୍ତଳ ପାତ୍ର ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ=ପିତ୍ତଳ ପାତ୍ରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି=8×(64—30) କାଲୋରୀ=8×34 କାଲୋରୀ ।

କିନ୍ତୁ ପିତ୍ତଳ ପାତ୍ର ଓ ଦୁଗ୍ଧ ଲାଭ କରୁଥିବା ତାପ=ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ ।

$\therefore\ 206\times S\times 34+8\times 34=200\times 34$

ବା, $206\times S\times 34=6800-272=6528$ ।

$$\therefore S=\frac{6528}{206\times 34}=0{\cdot}93$$

∴ ଦୁଗ୍ଧର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·93

(3) 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଶୁଷ୍କ ବରଫକୁ 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ତମ୍ବାପାତ୍ରରେ ପକାଯାଉଛି । ତମ୍ବାପାତ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 60 ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·1 । ପାତ୍ର ଭିତରକୁ କେତେ ବରଫ ପକାଗଲେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାର 40°C ହୋଇଯିବ ? [ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍] ।

ମନେକର ଆବଶ୍ୟକ ହୋଉଥିବା ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=m ଗ୍ରାମ୍ ।

ତମ୍ବାପାତ୍ରଟି ହରାଉଥିବା ତାପକୁ ପ୍ରଥମେ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ବରଫ ଶୋଷଣ କରିନେଇ ନିଜର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଉଛି ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ଏହି 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳପାତ୍ରଠାରୁ ଆହୁରି ତାପ ଆହରଣ କରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ 40°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେଉଛି ।

ତମ୍ବାପାତ୍ରଟି ହରାଉଥିବା ତାପ=60×0·1×(100—40)

=60×0·1×60 କାଲୋରୀ ।

0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫକୁ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=m×80 କାଲୋରୀ ।

0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 40°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ=m×(40—0) କାଲୋରୀ ।

=40m କାଲୋରୀ ।

କିନ୍ତୁ ବରଫ ଲାଭକରୁଥିବା ମୋଟ ତାପ=ତମ୍ବାପାତ୍ର ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପ ।

$\therefore\ 80m+40m=60\times 0{\cdot}1\times 60$

ବା 120m=360 ବା, m=3 ଗ୍ରାମ୍ ।

∴ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ 3 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ପକାଗଲେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ **40°G** ହୋଇଯିବ ।

(4) ବରଫର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·5 । —7·6°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 10·2 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 14°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ କେତେ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ? [ବରଫ ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍]

ଏଠାରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ତିନିପ୍ରକାର କାମରେ ତାପର ଆବଶ୍ୟକତା ରହିଛି । (i) ବରଫର ତାପମାତ୍ରାକୁ — $7\cdot6°C$ ଠାରୁ $0°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାପାଇଁ, (ii) $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫକୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ, ଓ (iii) $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳକୁ $14°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ । ବରଫର ତାପମାତ୍ରାକୁ$-7\cdot6°C$ରୁ $0°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ-ଦେବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ବରଫର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି= $10\cdot2\times0\cdot5\times[\ 0-(-7\cdot6)\ ]$
$= 10\cdot2\times0\cdot5\times7\cdot6$ କାଲୋରୀ ।
$= 38\cdot76$ କାଲୋରୀ ।

$0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫକୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ= ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ତାହାର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ= $10\cdot2\times80=816$ କାଲୋରୀ ।

$0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳକୁ $14°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ = ଗଳିତ ବରଫର (ବା ଜଳର) ବସ୍ତୁତ୍ୱ× ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି $=10\cdot2\times(\ 14-0\ )=10\cdot2\times14$ କାଲୋରୀ $=142\cdot8$ କାଲୋରୀ ।

∴ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ମୋଟ ତାପ= $(\ 38\cdot76+816+142\cdot8\ )$ କାଲୋରୀ $=997\cdot56$ କାଲୋରୀ ।

∴ $-7\cdot6°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବରଫକୁ $14°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ $997\cdot56$ କାଲୋରୀ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ।

(5) $10°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 5 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ $30°C$ ତାପ-ମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 20 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ସହ ମିଶାଇ ଦିଆଗଲେ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ କେତେ ହେବ ? ବରଫର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$=0\cdot5$ ।

ମନେକର ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା$=\theta°C$ । ତାପମାତ୍ରା $30°C$ରୁ $\theta°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯାଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ଜଳ ହରଉଥିବା ତାପ $=20\times(30-\theta)$ କାଲୋରୀ । ବରଫର ତାପମାତ୍ରାକୁ $-10°C$ ଠାରୁ $0°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ= $5\times0\cdot5[0-(-10)]=5\times0\cdot5\times10=25$ କାଲୋରୀ । $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ବରଫକୁ $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ= 5×80 କାଲୋରୀ$=400$ କାଲୋରୀ ।

ଗଳିତ ବରଫର ବା $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ $0°C$ ଠାରୁ $\theta°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ$=5\times(\theta-0)=5\theta$ କାଲୋରୀ ।

ଏଠାରେ ଜଳ ହରଉଥିବା ମୋଟ ତାପ= ବରଫ ଲାଭ କରୁଥିବା ମୋଟ ତାପ ।

∴ $20\ (30-\theta)\ =25+400+5\theta$

ବା $600-20\theta=25+400+5\theta$

ବା $25\theta=175$, ବା $\theta=7°C$

∴ ବରଫ ଓ ଜଳର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା $7°C$ ହେବ ।

(6) 0°C ବିଶିଷ୍ଟ 2 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 45°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 4 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳସହ ମିଶାଇ ଦେଲେ ଫଳାଫଳ କ'ଣ ହେବ ?

ତାପମାତ୍ରାକୁ 45°C ଠାରୁ 0°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦେବାପାଇଁ ଜଳ ହରଉଥିବା ତାପ= 4×45 କାଲୋରୀ=180 କାଲୋରୀ । 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 2 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 2 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ= $2\times80=160$ କାଲୋରୀ ।

ଏଠାରେ ଜଳ ହରଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ବରଫକୁ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପଠାରୁ ଅଧିକ ହେଉଛି । ତେଣୁ ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ବୁଝିହେଉଛି ଯେ ଏପରି ମିଶ୍ରଣ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରଗଲେ ସମୁଦାୟ ବରଫ ତରଳିଯାଇ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବ ଏବଂ ଏହି 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟ କିଛି ପରିମାଣରେ ବର୍ଦ୍ଧିଯିବ ।

ମନେକର, ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା θ°C । ∴ ଜଳ ହରଉଥିବା ତାପ= $4\times(45-\theta)$ କାଲୋରୀ । 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 2 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ= $2\times80=160$ କାଲୋରୀ । 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ θ°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ= $2\times(\theta-0)$ କାଲୋରୀ=2θ କାଲୋରୀ । କିନ୍ତୁ ଜଳ ହରଉଥିବା ମୋଟ ତାପ= ବରଫ ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବା ମୋଟ ତାପ ।

$\therefore 4(45-\theta)=160+2\theta$, ବା, $180-4\theta=160+2\theta$

ବା, $6\theta=20$ ବା, $\theta=3{\cdot}3$°C ।

∴ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 2 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 45°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 4 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳସହ ମିଶାଇ ଦେଲେ ସମସ୍ତ ବରଫ ତରଳିଯାଇ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବ ଏବଂ ଶେଷକୁ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ 3·3°C ହେବ ।

(7) 112·5°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଓ 16 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଲୁହା ଖଣ୍ଡକୁ ବରଫ ଭିତରେ ଖୋଳା ଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଗାତ ଭିତରେ ପକାଇ ଦିଆଯିବାରୁ ଦେଖାଗଲା ଯେ, 2·5 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ତରଳି ଯାଉଛି । ଯଦି ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ 80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଏଠାରେ m=16 ଗ୍ରାମ୍, M=2·5 ଗ୍ରାମ୍,
$\theta=112{\cdot}5$°C, L=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।

∴ (7a) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ $S=\frac{ML}{m\theta}=\frac{2{\cdot}5\times80}{16\times112{\cdot}5}=0{\cdot}11$

∴ ଲୁହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·11

(8) 60°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 40 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଖଣ୍ଡକୁ ବୁନ୍‌ସେନଙ୍କ ବରଫ କାଲୋରୀ ମିଟର ଭିତରେ ପକାଇ ଦିବାରୁ ଦେଖାଗଲା ଯେ ତହିଁରେ ଘଟୁଥିବା ଆୟତନର ସଙ୍କୋଚନ 0·27 ଘନ ସେ:ମି: ହେଉଛି । ଯଦି 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 1 ଗ୍ରାମ ବରଫକୁ ତରଳାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ତାର ଆୟତନରେ 0·091 ଘନ ସେ:ମି: ସଙ୍କୋଚନ ଘଟୁଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।]
ଏଠାରେ $L=80$ କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍, $v=0.27$ ଘନ ସେ:ମି:
$M=40$ ଗ୍ରାମ୍ ଓ $\theta=60°C$ ।
∴ (5—8) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$S=\frac{L\times v}{0.091\times M\times\theta}=\frac{80\times0.27}{0.091\times40\times60}=0.098\ ।$$

∴ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·098 ।

(9) 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 50 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ଉପରେ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 30 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ଭସୁଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଜଳ ଭିତରକୁ 10 ଗ୍ରାମ୍ ବାଷ୍ପ ଛାଡ଼ିଦିଆଗଲା । ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=535 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ।]

ମନେକର, ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା=θ°C ।

ଏଠାରେ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପ ପ୍ରଥମେ ନିଜର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଯାଉଛି ଏବଂ ତତ୍ପରେ ଏହି 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳ ତାପ ହରାଇ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ 100°C ଠାରୁ θ°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦେଉଛି । 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ବେଳେ ହରାଉଥିବା ତାପ=ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=10×535 କାଲୋରୀ । ଘନୀଭୂତ ବାଷ୍ପ ବା 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳ θ°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଉଥିବା ସମୟରେ ହରାଉଥିବା ତାପ=$10\times(100-\theta)$ କାଲୋରୀ ।

30 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ=ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ
=30×80=2400 କାଲୋରୀ ।
ସମୁଦାୟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 0°C ଠାରୁ θ°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ
ତାପ=$(50+30)\times(\theta-0)$ କାଲୋରୀ
=80θ କାଲୋରୀ ।
ମାତ୍ର ଏଠାରେ ଜଳ ଓ ବରଫ ଲାଭ କରୁଥିବା ମୋଟ ତାପ=ବାଷ୍ପ ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପ ।

$$\therefore\ 2400+80\theta=5350+10(100-\theta)$$

ବା $90\theta=3950$ ବା, $\theta=43.8°C$ ।

∴ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ 43·8°C ହେବ ।

ସାରାଂଶ

ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ଜଳକୁ 1°C ଅଧିକ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପକୁ ଏକ କାଲୋରୀ କୁହାଯାଏ ।

ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଏକ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପ ଏବଂ ସମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ

ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ସମ ପରିମାଣର ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପର ଅନୁପାତକୁ ସେହି ପଦାର୍ଥଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ କୁହାଯାଏ ।

ତାପଧାରିତା :

କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ତାପଧାରିତା କୁହାଯାଏ ।

ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଯେତିକି ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ, ସେତିକି ତାପ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତପ୍ତ କରଗଲେ ଯେତେ ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 1°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିତ କରଯାଇପାରେ, ତାହାକୁ ଉକ୍ତ ପଦାର୍ଥଟିର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଭାର କୁହାଯାଏ ।

ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ :

ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ଘଟାଇ ଏକ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥକୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପକୁ ପଦାର୍ଥଟିର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ କୁହାଯାଏ ।

ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ :

ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ଘଟାଇ ଏକ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପରିମିତ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ତା'ର ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ କରଇ-ଦେବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପକୁ ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ କୁହାଯାଏ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. ସମପରିମାଣର ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲେ ମଧ୍ୟ ସମପରିମାଣ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୁଏ ନାହିଁ କାହିଁକି ?

   100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 1 ପାଉଣ୍ଡ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଲୁହା ଖଣ୍ଡ ଓ ସମ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 1 ପାଉଣ୍ଡ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ସୀସା ଖଣ୍ଡକୁ ଗୋଟିଏ ବରଫଖଣ୍ଡ ଉପରେ ରଖିଦେଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଲୁହା ଖଣ୍ଡଟି ସୀସାଖଣ୍ଡ ଅପେକ୍ଷା ବରଫ ଭିତରକୁ ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ପ୍ରବେଶ କରିଯାଉଛି । ଏପରି କାହିଁକି ଘଟିଥାଏ ?

2. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ :
   (କ) ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ, (ଖ) କାଲୋରୀ, (ଗ) ବ୍ରିଟିଶ ତାପମାତ୍ରକ ବା B.Th.U., (ଘ) ଥର୍ମ, (ଙ) ତାପଧାରିତା, (ଚ) ଜଳତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ।

3. 'ପାରଦର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଜଳ ଅପେକ୍ଷା 30 ଗୁଣ ବେଶୀ'—ଏପରି କହିବା ଦ୍ୱାରା ତୁମେ କଣ ବୁଝିଲ ? 'ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·0921'—ଏପରି କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ?

4. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପଧାରିତା ଓ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ?

ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ, ତାପଧାରିତା ଓ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ବିଭିନ୍ନ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଏଗୁଡ଼ିକର ମାତ୍ରକଗୁଡ଼ିକର ନାମ ଲେଖ ।

1 B. Th. U. ଓ କାଲୋରୀ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ କ'ଣ ?

5. ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା କାଲୋରୀ ମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ?

ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା କାଲୋରୀ ମିଟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 180 ଗ୍ରାମ୍ । ଏହାକୁ କେତେ ତାପ ଯୋଗାଇଦେଲେ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା 25°C ଠାରୁ 95°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିଯିବ ? [ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·09] । [ଉତ୍ତର : 1134 କାଲୋରୀ]

6. ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ରେନୋଁଙ୍କ ଉପକରଣ ସାହାଯ୍ୟରେ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଚିତ୍ର ସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

80°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 180 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳକୁ 14°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 50 ଗ୍ରାମ ଜଳ ସହ ମିଶାଇ ଦେଲେ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହେବ ?

7. ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟର ବ୍ୟବହାର କରଯାଇ କିରୋସିନ୍‌ର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ ସଠିକ ଫଳ ପାଇବା ପାଇଁ କେଉଁ ପ୍ରକାର ସାବଧାନତା ଅବଲମ୍ବନ କରଯାଏ ।

8. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ତାପର ଏକକ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ହୋଇଥାଏ କି ?

କାଲୋରୀମିତି ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ଭଟିର ତାପମାତ୍ରା କିପରି ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରିବ ?

9. (30×40×50) ଘନଫୁଟ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କୋଠରିରେ ଥିବା ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ 10°F ଠାରୁ 70°F ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ କେତେ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ?

ବାୟୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ହେଉଛି 0·08 ପାଉଣ୍ଡ/ଘନଫୁଟ । ଚାପର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ପରିମାଣ ହେଉଛି 0·24 B. Th. U./ପାଉଣ୍ଡ/°F । (ଉ: 69120 B. Th. U.) ।

10. 60 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ପାତ୍ରରେ 30°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 600 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ରଖାଯାଇଛି । ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି 100 କାଲୋରୀ ତାପ ଯୋଗାଇ ପାରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ଜ୍ୱାଳକ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ଜଳଧାରିତ ପାତ୍ରଟିକୁ ଗରମ କରାଯାଉଛି ।

(କ) ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ 100°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇଦେବା ପାଇଁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ?

(ଖ) ଚୁଲ୍ଲିରୁ 50 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳକୁ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ? [ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ =540 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍] ।

(ଉ: (କ) 7 ମିନିଟ୍ 42 ସେକେଣ୍ଡ । (ଖ) 12 ମିନିଟ୍ 12 ସେକେଣ୍ଡ ।)

11. 100 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପିତଳ ଖଣ୍ଡକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଇଛି ଯେ ତାହା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁକୁ ତରଳାଇ ଦେଉଛି । 12 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରରେ 15° ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 100 ଘନ ସେ:ମି: ଜଳ ରଖାଯାଇ ସେହି ଉତ୍ତପ୍ତ ପିତଳ ଖଣ୍ଡଟିକୁ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ପକାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ଏପରି କରାଯିବାରୁ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ, ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା 35°C ହେଉଛି । ଯଦି ପିତଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ 0·088 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁଟିର ତରଳାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (ଉ: 289·5°C)

12. ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ କ'ଣ ?

13. ଗୁପ୍ତତାପ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।

ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ମିଶ୍ରଣ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ?

ଗୋଟିଏ ଶୂନ୍ୟ ତମ୍ବା କାଲୋରୀମିଟରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 112·53 ଗ୍ରାମ୍ ହେଉଛି ଏବଂ ଏଥିରେ 30°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ କିଛି ଜଳ ରଖି ଦିଆଯିବା ପରେ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 187·3 ଗ୍ରାମ୍ ହେଉଛି । କାଲୋରୀମିଟରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳ ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ବରଫଖଣ୍ଡ ପକାଇଦେବା ପରେ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା 24·8°C ହେଉଛି । ବରଫ ପକାଇବା ପରେ ଯଦି ଜଳଧାରିତ କାଲୋରୀମିଟରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 191·48 ଗ୍ରାମ୍ ହୁଏ ଏବଂ ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ $\frac{1}{11}$ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

(ଉ: 80·9 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍)

14. ବିବିଧ ଜାଳେଣିର କାଲୋରୀୟ ମୂଲ୍ୟ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ? ପ୍ରାୟୋଗିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ କ'ଣ ?

15. 5 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରରେ 35°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 50 ଗ୍ରାମ୍ ତେଲ ରଖାଯାଇଛି । ଏହି କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରକୁ 2·86 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଖଣ୍ଡେ ବରଫ ପକାଇ ଦେବାରୁ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରା 25°C ହୋଇ ଯାଉଛି । ଯଦି ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପର ମୂଲ୍ୟ 80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତେଲଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଉ: 0·5 (ପ୍ରାୟ)]

16. ସମପରିମିତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ −10°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବରଫ ଓ 60°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳକୁ ପରସ୍ପର ସହ ମିଶାଇ ଦିଆଗଲେ ଶେଷରେ କ'ଣ ଘଟିବ ? (ବରଫର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ =0·5)

(ଉ: ବରଫର $\frac{11}{16}$ ଅଂଶ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବ)

17. ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ । ଯଦି ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ ଫାରେନ୍‌ହିଟ୍‌ମାନ ଅନୁଯାୟୀ ମପାଯାଏ ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣକୁ ପାଉଣ୍ଡ ଆକାରରେ ମପାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହେବ ?
20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 100 ଗ୍ରାମ୍ ଟିଣକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭବରେ ତରଳାଇ ଦେବା ପାଇଁ କେତେ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ?
[ଟିଣର ତରଳାଙ୍କ=232°C, ଟିଣର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ
=14 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍, ଟିଣର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·05] ।
(ଉ: 2460 କାଲୋରୀ)

18. ବ୍ଲାକ୍‌ଙ୍କ ବରଫ କାଲୋରୀମିଟର ସମ୍ବନ୍ଧରେ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । ଏହାକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରି କିପରି ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

19. ଚିତ୍ରସହ ବୁନ୍‌ସେନଙ୍କ ବରଫ କାଲୋରୀମିଟର ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରଯାଇ କୌଣସି ଗୋଟିଏ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ କିପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ?

100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା 11·2 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ବସ୍ତୁକୁ ଗୋଟିଏ ବୁନସେନଙ୍କ ବରଫ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଗଲା । ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଅବସ୍ଥିତିରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରାଯିବାରୁ ଦେଖାଗଲା ଯେ ଏହାର ଆୟତନରେ 0·635 ଘନ ସେ ମି: ସଙ୍କୋଚନ ଘଟିଛି । ତରଳ ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ ତରଳାଇଦେଲେ ତାର ଆୟତନରେ 0·0907 ଘନ ସେ:ମି: ସଙ୍କୋଚନ ଘଟିଥାଏ ଏବଂ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍]
(ଉ:=0·5) ।

20. ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପର ମୂଲ୍ୟ କିପରି ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ? ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ ସଠିକ ଫଳ ପାଇବା ପାଇଁ କେଉଁ ପ୍ରକାର ସାବଧାନତା ଅବଲମ୍ବନ କରଯିବା ବିଧେୟ ?

21. 190 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ପାତ୍ରରେ 0°C ତାପମାତ୍ରା 300 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ଓ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 50 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ନିଆଯାଇଛି । 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ କେତେ ପରିମାଣର ବାଷ୍ପ ଏହି ପାତ୍ର ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ ଦିଆଗଲେ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ 10°C ହୋଇଯିବ । [ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ =0·1, ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=537 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ ଓ ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ । (ଉ: 12·26 ଗ୍ରାମ୍)

22. 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 75 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ସହିତ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 8 ଗ୍ରାମ୍ ବାଷ୍ପ ଭଲଭବରେ ମିଶାଇ ଦିଆଗଲା । ଏପରି କରାଯିବାର ପରିଣତି କ'ଣ ହେବ ? (ଉ: 11·4 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ କଠିନାବସ୍ଥାରେ ରହିଯିବ ଓ ମିଶ୍ରଣର ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ହେବ 0°C ।)

23. ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ପେଣ୍ଡୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 56·32 ଗ୍ରାମ୍ ଓ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା 75°C । ଏହାକୁ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭବିତ କରଗଲା । ପେଣ୍ଡୁର ଉପରି

ଭଗରେ କେତେ ପରିମାଣର ବାଷ୍ପ ଘନୀଭୂତ ହେଲେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା 100°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଯିବ ? [ତମ୍ବାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·093 ଓ ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=536 କାଲୋରୀ ।] [ଉ: 0·831 ଗ୍ରାମ୍ (ପ୍ରାୟ)]

24. —20°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 5 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ କେତେ ତାପ ଯୋଗାଇଦେଲେ ତାହା 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବ ? [ବରଫର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=0·5, ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍, ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=540 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍] ।

(ଉ: 3650 କାଲୋରୀ) ।

ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ସମୟରେ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ବରଫର ଅବସ୍ଥା ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବ, ତାହା ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ ଅଙ୍କନ କରି ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

ଚତୁସ୍ତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନ

Change of State

କଠିନାବସ୍ଥାରୁ ତରଳାବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ

34·1 ଗଳନ ଓ ଘନୀକରଣ (Fusion and Solidification) :

ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥକୁ ତାପ ଯୋଗାଇଦେଲେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରେ । ପଦାର୍ଥଟିକୁ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ, କୌଣସି ଏକ ସମୟରେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ଏତେ ଅଧିକ ହୋଇଯାଉଛି ଯେ ତାହା ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି । ତାପ ଯୋଗାଣ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖିଲେ କଠିନ ବସ୍ତୁଟିର ସମସ୍ତ ଅଂଶ ତରଳି ନ ଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏ ଅବସ୍ଥାରେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁ ନାହିଁ । ସମୁଦାୟ କଠିନ ପଦାର୍ଥଟି ତରଳିଯିବାପରେ ଯଦି ତାପ ଯୋଗାଣ ଅବ୍ୟାହତ, ରଖାଯାଏ ତେବେ ଗଳିତ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ ।

ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସେହିପରି କଠିନାବସ୍ଥାରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ଅନୁରୂପ ବିପରୀତ କ୍ରିୟା ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଠାରୁ ତାପ କାଢ଼ି ନିଆଗଲେ ତାର ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟେ । ବସ୍ତୁଠାରୁ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ତାପ କାଢ଼ି ନିଆଗଲେ କୌଣସି ଏକ ସମୟରେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ଏତେ କମିଯାଏ ଯେ ତାହା ଘନୀଭୂତ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ତାପ କାଢ଼ି ନିଆଯିବା କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଅବ୍ୟାହତ ରଖିଲେ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟିର ସମସ୍ତ ଅଂଶ ଘନୀଭୂତ ନ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ । ସମୁଦାୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ଘନୀଭୂତ ବା କଠିନ ହୋଇଯିବା ପରେ ଯଦି ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯିବା କାର୍ଯ୍ୟ ଚାଲୁ ରଖାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଘନୀଭୂତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ କମି କମି ଯାଏ ।

ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥକୁ ତା'ର କଠିନାବସ୍ଥାରୁ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରାଇ ଦେବାର ପଦ୍ଧତିକୁ **ଗଳନ** କୁହାଯାଏ ଏବଂ ତାପ କାଢ଼ି ନିଆଯାଇ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥକୁ ତା'ର ତରଳାବସ୍ଥାରୁ କଠିନାବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରାଇ ଦେବାର ପଦ୍ଧତିକୁ **ଘନୀ କରଣ** (Solidification or freezing) କୁହାଯାଏ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ଉକ୍ତିଗୁଡ଼ିକୁ ବୁଝିପାରିବା ପାଇଁ ଦୁଇଟି ଉଦାହରଣ ନିଆଯାଉ । ମନେକର, —10°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବରଫଖଣ୍ଡ ନିଆଯାଇଛି । ଏହି ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଗଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ କ୍ରମଶଃ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯାଉଛି ଏବଂ ଶେଷକୁ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା 0°C ହୋଇଯାଉଛି । ଏହାପରେ ଆହୁରି ଅଧିକ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲେ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ, ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି ।' ତାପ

ଯୋଗାଇବା କାର୍ଯ୍ୟ ଅବ୍ୟାହତ ରଖାଗଲେ ସମସ୍ତ ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି ତରଳିଯାଇ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ନ ହେବା ଯାଏ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁନାହିଁ । ସମୁଦାୟ ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ପୁଣି ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲେ ଗଳିତ ବରଫର (ବା 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳର) ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି ।

ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷାନଳୀରେ କିଛି ପରିମାଣର ପାତିତ ଜଳ ନିଆଯାଉ ଏବଂ ଏହି ଜଳଧାରିତ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀଟିକୁ ବରଫ ଓ ଲୁଣର ହିମ ମିଶ୍ରଣ ମଧ୍ୟରେ ନିମଜ୍ଜିତ କରାଯାଉ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ମନ୍ଥକ ଦ୍ୱାରା ଜଳକୁ ମନ୍ଥନ କରାଗଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ କ୍ରମଶଃ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ହ୍ରାସ ଘଟୁଛି ଏବଂ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ଶେଷକୁ 0°C ହୋଇ ଯାଉଛି ।

ଏହାପରେ ଯଦି ପରୀକ୍ଷାନଳୀଟିକୁ ପୂର୍ବବତ୍ ହିମ ମିଶ୍ରଣରେ ନିମଜ୍ଜିତ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଜଳକୁ ଭଲଭବରେ ମନ୍ଥନ କରାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତାହା ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି । ମାତ୍ର, ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍ ତାପମାତ୍ରା 0°C ହୋଇଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ସମୁଦାୟ ଜଳ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଉଛି । ପରୀକ୍ଷାନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ସମୁଦାୟ ଜଳ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ପରେ ପୁଣି ତାପ କାଢ଼ି ନିଆଗଲେ ଘନୀଭୂତ ଜଳର (ବା 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫର) ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ କମି କମି ଯାଉଛି ।

34·2 ଗଳନାଙ୍କ ଓ ହିମାଙ୍କ (Melting point and freezing point) :

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଚାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ ତାହା ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳିଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ, ତାହାକୁ ସେହି କଠିନ ପଦାର୍ଥର **ଗଳନାଙ୍କ** କହନ୍ତି ଏବଂ କଠିନ ବସ୍ତୁଟିର ସମୁଦାୟ ଅଂଶ ତରଳିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାର ଗଳନାଙ୍କ ଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଚାପରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ କମାଇ ଦିଆଗଲେ ତାହା ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘନୀଭୂତ ହୋଇଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ, ତାହାକୁ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ହିମାଙ୍କ କହନ୍ତି ଏବଂ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟିର ସମୁଦାୟ ଅଂଶ ଘନୀଭୂତ ହୋଇଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ହିମାଙ୍କଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଚାପରେ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଓ ହିମାଙ୍କ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ବରଫ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳି ଯାଏ ଏବଂ ଜଳ ମଧ୍ୟ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଘନୀଭୂତ ହୋଇଯାଏ ।

କୌଣସି ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ବା ହିମାଙ୍କକୁ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ବୋଲି ବିଚାରିବା ଠିକ୍ ନୁହେଁ, କାରଣ ପଦାର୍ଥରେ ଆରୋପିତ ଚାପରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଲେ ତାର ଗଳନାଙ୍କ ବା ହିମାଙ୍କରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଯଦି ଆରୋପିତ ଚାପକୁ

ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଯାଏ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ, ତେବେ ବରଫର ଗଳନାଙ୍କ 0·0075°C ଲେଖାଏଁ କମିଯାଏ । ଆଉେପିତ ଚାପକୁ 100 ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ମହମର ଗଳନାଙ୍କ 4°C ଅଧିକ ବଢ଼ିଯାଏ ।

34·3 ଅତିଶୀତଳନ (Super cooling) :

ପୂର୍ବରୁ ସୂଚିତ ହୋଇଛି ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା କମାଇ ଦିଆଗଲେ, ଏବଂ ଯଦି ତାପମାତ୍ରା ସେହି ପଦାର୍ଥର ହିମାଙ୍କ ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ, ତେବେ ପଦାର୍ଥଟି ଘନୀଭୂତ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ମାତ୍ର, ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଦେଖାଯାଇଛି ଯେ ଯଦି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥକୁ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଥଣ୍ଡା କରଯାଏ (ଅର୍ଥାତ୍, ଥଣ୍ଡା କରଯାଉଥିବା ସମୟରେ ପଦାର୍ଥକୁ ଆଦୌ ମନ୍ଥନ କରଯାଏ ନାହିଁ) ତାହାହେଲେ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ହିମାଙ୍କ ଠାରୁ କମିଯିବା ପରେ ମଧ୍ୟ ତାହାକୁ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଇ ପାରିବ । ବୈଜ୍ଞାନିକ ଡେସପର୍ଜ୍ (Desprtz) ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳକୁ ଏପରି ଭବରେ −10°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଥଣ୍ଡା କରି ତରଳାବସ୍ଥାରେ ରଖି ପାରିଥିଲେ । ଏପରି ଭବରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ଥଣ୍ଡା କରିବାର ପଦ୍ଧତିକୁ **ଅତିଶୀତଳନ** କହନ୍ତି । ମାତ୍ର ଏହା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାୟୀ (Permanent) ଅବସ୍ଥା ବୋଲି କୁହାଯାଇ ନ ପାରେ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପଦାର୍ଥଟିକୁ ସାମାନ୍ୟ ହଲାଇଦେଲେ, ତାହା ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ଘନୀଭୂତ ହୋଇଯିବ ଏବଂ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ହିମାଙ୍କ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଯିବ ।

34·4 ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ (Sublimation) :

ଏପରି କେତେକ ପଦାର୍ଥ ଅଛି ଯେଉଁଗୁଡ଼ିକୁ ଉତପ୍ତ କରିଦେଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ନ ହୋଇ ସିଧାସଳଖ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୁଅନ୍ତି । କର୍ପୂର (Camphor), ଗନ୍ଧକ, ଶଙ୍ଖୁଆ (Arsenic), ବେନ୍‌ଜୋଇକ୍ ଏସିଡ୍ ଓ ନାପଥାଲିନ୍ ପରି ପଦାର୍ଥସବୁ ଏପରି ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାନ୍ତି । ପୁଣି ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା ସମୟରେ ଏହି ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକଠାରୁ ତାପ କାଢ଼ିନେବା ଦ୍ୱାରା ସେମାନେ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାରୁ ସିଧାସଳଖ କଠିନ ଅବସ୍ଥାକୁ ଚାଲି ଆସନ୍ତି । ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ଏପରି ଭବରେ କଠିନାବସ୍ଥାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ବା ଗ୍ୟାସୀୟାବସ୍ଥାରୁ କଠିନାବସ୍ଥାକୁ ଫେରି ଆସିବା ପଦ୍ଧତିକୁ **ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ** କୁହାଯାଏ । ବରଫ ମଧ୍ୟ କିୟତ୍ ପରିମାଣରେ ଏପରି ପ୍ରକୃତି ପଦର୍ଶନ କରିଥାଏ ।

34·5 ମିଶ୍ର-ଧାତୁଗୁଡ଼ିକର ଗଳନାଙ୍କ (Melting point of alloys) :

ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ଟିଣ ଓ ସୀସାର ଗଳନାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ 232°C ଓ 327°C । ମାତ୍ର ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଣା ପଡ଼ିଛି ଯେ 5 ଭଗ ଟିଣ ଓ 1 ଭଗ ଦସ୍ତାକୁ ମିଶାଇ ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ର-ଧାତୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରଗଲେ ତାହାର ଗଳନାଙ୍କ 194°C ହୋଇଯାଏ । ପ୍ରାୟୋଗିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏପରି ମିଶ୍ର-ଧାତୁ ଆବଶ୍ୟକତା ଯଥେଷ୍ଟ । ଢଳେଇ କରିବା ପାଇଁ- ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ତୁଲାଇବାକୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଳ୍ପ ଗଳନାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ମିଶ୍ରଧାତୁ ବ୍ୟବହାର କରଯାଇଥାଏ । ବିସ୍‌ମଥ୍, ସୀସା ଓ ଟିଣର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅନୁପାତରେ ରେଜ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତୁତ ବିଭିନ୍ନ ମିଶ୍ର-ଧାତୁ ଏବଂ କାଡ୍‌ମିଅମ୍, ଟିଣ, ସୀସା ଓ ବିସ୍‌ମଥ୍ ସମନ୍ୱୟରେ ଉଡ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତୁତ ମିଶ୍ର-ଧାତୁକୁ ନାନା କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିନିଯୋଗ କରଯାଏ ।

ଗଳନ ଓ ଘନୀକରଣ ସମୟରେ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ :

ସାଧାରଣତଃ, ଅଧିକାଂଶ କଠିନ ବସ୍ତୁ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଆୟତନ ବଢ଼ିଯାଏ ଏବଂ ତରଳାବସ୍ଥାରୁ କଠିନାବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବା ପରେ ସେଗୁଡ଼ିକର **ଆୟତନରେ ସଂକୋଚନ** ଘଟିଥାଏ । କିନ୍ତୁ ଜଳ, କଚ୍ଚାଲୁହା, ବିସମଥ, ଆଣ୍ଟିମୋନି ଇତ୍ୟାଦି କେତେକ ବସ୍ତୁଠାରେ ଏହି ନିୟମର ବ୍ୟତିକ୍ରମ ପରିଲକ୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ତରଳାଇଦେଲେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଆୟତନରେ ସଙ୍କୋଚନ ଘଟେ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକ ତରଳାବସ୍ଥାରୁ କଠିନାବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ ହେଲେ ଆୟତନ ବଢ଼ିଯାଏ । ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଣାଯାଇଛି ଯେ $0°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ 11 ଘନ ସେ:ମି: ଜଳକୁ ଘନୀକରଣ କଲେ ତାହା $0°C$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 12 ଘନ ସେ:ମି: ବରଫରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଘନୀକରଣ ଯୋଗୁଁ ଆୟତନରେ ପ୍ରାୟ ଶତକଡ଼ା 9 ଭାଗ ପ୍ରସାରଣ ଘଟିଥାଏ । $1300°C$ ବା $1400°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ କଠିନ କଚ୍ଚାଲୁହାକୁ ତରଳଲୁହାରେ ପରିଣତ କଲେ ତାର ଆୟତନ ପ୍ରାୟ ଶତକଡ଼ା 7 ଭାଗ ବୃଦ୍ଧିଲାଭ କରେ ।

ଘନୀକରଣ ସମୟରେ ତା'ର ଆୟତନରେ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବାରୁ ଶୀତ ପ୍ରଧାନ ଦେଶର ଲୋକମାନଙ୍କୁ ବହୁତ ଅସୁବିଧାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହେବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ଜଳ ଯୋଗାଇ ଦେଉଥିବା ନଳୀଗୁଡ଼ିକ ଭିତରେ ଘନୀଭୂତ ହୋଇ ଯାଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ଅନେକ ସମୟରେ ନଳୀଗୁଡ଼ିକ ଫାଟିଯାଏ । ପୁଣି, ଶୀତପ୍ରଧାନ ଦେଶରେ ଏହି କାରଣ ଯୋଗୁ ଶିଳାଖଣ୍ଡ ଓ ବଡ଼ ବଡ଼ ପଥରଖଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ଭାଙ୍ଗିଯାଏ ।

ଲୁହା ଓ ପିତଳ ସଦୃଶ ଧାତବ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ତରଳିଗଲେ ସେମାନଙ୍କର ଆୟତନ ପ୍ରସାରିତ ହେଉ ଥିବାରୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ ଲୁହା ଗୁଦର ବା ପିତଳ ଗୁଦର ଧାର ଅତ୍ୟନ୍ତ ତୀକ୍ଷ୍ଣ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ, ଗଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ଉପଜାତ ବଳ ତରଳ ଲୁହାକୁ ଧାର ଆଡ଼କୁ ପେଲି ଦେବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ମାତ୍ର, ସୁନା, ତମ୍ବା, ରୂପା ଇତ୍ୟାଦି ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ଘନୀଭୂତ ହେବା ସମୟରେ ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇ ଯାଆନ୍ତି । ତେଣୁ, ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରଥମେ ତରଳାଇ ଛାଞ୍ଚ ଉପରେ ସିଧାସଳଖ ଅଜାଡ଼ି ଦେବା ଦ୍ୱାରା ତୀକ୍ଷ୍ଣ ଧାର ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁଦର ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଦତ୍ତ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

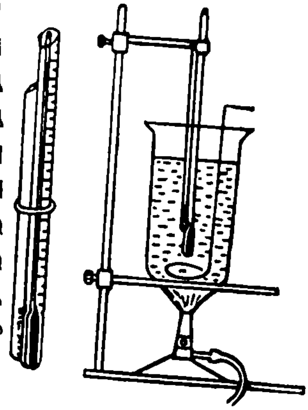
(1) କୈଶିକନଳୀ ଦ୍ୱାରା (By a Capillary tube) :

ମହମ, ନାପଥାଲିନ୍ ଓ ଡାଲଡା ଘିଅ ଭଳି ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଅତ୍ୟଧିକ ନୁହେଁ, ସେଗୁଡ଼ିକର ଗଳନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଗୋଟିଏ କୈଶିକ ନଳୀର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ପ୍ରଥମେ କୈଶିକ ନଳୀରେ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥକୁ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ସୂତା ଦ୍ୱାରା ଏକ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀ ସହ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଏ । ଉଭୟଙ୍କୁ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥଧାରିତ ଗୋଟିଏ ବିକରମଧ୍ୟରେ ଝୁଲାଇ ଦିଆଯାଏ । ବିକରରେ ଏପରି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ରଖା-ଯାଇଥାଏ ଯେ ତା'ର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ କୈଶିକ ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା କଠିନ ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କଠୁ

ଅଧିକ ହୋଇଥିବ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ; ମହମ ବା ନାପଥାଲିନ୍‌ର ଗଳନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେଲେ ବିକରରେ ଜଳ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ଗନ୍ଧକର ଗଳନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେଲେ ବିକରରେ ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ ବା କୌଣସି ପ୍ରକାର ତେଲ ନିଆଯାଏ । ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଥର୍ମୋମିଟରର ବଲ୍‌ବ ଓ କଠିନ ବସ୍ତୁ ଧାରିତ କୈଶିକନଳୀଟି ବିକର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହୁଛି ।

ବିକରର ଜଳକୁ ଗରମ କଲେ କୈଶିକନଳୀରେ ଥିବା କଠିନ ପଦାର୍ଥଟି ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ ।

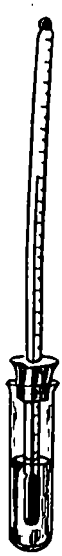
ସେତେବେଳେ ଥର୍ମୋମିଟରସ୍ଥ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଅଳ୍ପ କିଛି ସମୟ ପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ କୈଶିକନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ତରଳ ବସ୍ତୁ କଠିନ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି । ଏ ସମୟରେ ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରା ପୁନର୍ବାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏପରି ଭବରେ ଦୁଇଥର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲାପରେ ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହା ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ଜଣାଇଦିଏ । ସାଧାରଣତଃ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପ୍ରୟୋଗବିଧିକୁ ବାରମ୍ବାର ଅନୁସରଣ କରି ତାପମାତ୍ରା ମୂଲ୍ୟ ଅନ୍ତତଃ ୪ ଥର ପାଇଁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏଥିରୁ ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାଦ୍ୱାରା ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ନିର୍ଭୁଲଭବେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ ।



(ଚିତ୍ର 205)

(2) ଶୀତଳନ ଦ୍ୱାରା (By Cooling method):

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ କୌଣସି କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେଲେ ତାହାକୁ ପ୍ରଥମେ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ ଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହାର କରାଯିବା ବିଧେୟ । ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ମୁହଁଟିକୁ ଗୋଟିଏ କର୍କ ଦ୍ୱାରା ବାୟୁରୁଦ୍ଧ କରି ବନ୍ଦ କରାଯାଏ । ଏହି କର୍କର ମଧ୍ୟସ୍ଥଳରେ ଥିବା ଛିଦ୍ରବାଟେ ନଳୀ ଭିତରକୁ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ (ଚିତ୍ର 206) । ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀ ଓ ନଳୀର କିୟଦଂଶ ଦତ୍ତ କଠିନ ବସ୍ତୁ ଭିତରେ ରହିଥାଏ । ଏହାପରେ ପରୀକ୍ଷାନଳୀଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ । ନଳୀରେ ଥିବା ସମସ୍ତ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ତରଳିଯିବା ପରେ ମଧ୍ୟ ତାକୁ ଆହୁରି କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଗଳିତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଥିବା ସମୟର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ପ୍ରାୟ 10°C ବା 15°C ଅଧିକ ହୁଏ, ସେତେ-ବେଳେ ତାପ ଯୋଗାଇବା କାର୍ଯ୍ୟକୁ ବନ୍ଦ ରଖାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପରୀକ୍ଷା-ନଳୀଟି ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଶୀତଳ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତି ½ ମିନିଟ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ମପାଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥଟିର ହିମାଙ୍କଠାରୁ ପ୍ରାୟ 10°C ତଳକୁ ଖସିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏପରି-ଭବରେ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ସମୟରେ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ ଯେ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା ସ୍ଥିର ରହୁଛି । ଏଥିରୁ ସୂଚନା ମିଳେ ଯେ ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ ଗଳିତ ପଦାର୍ଥଟିର ପୁନର୍ବାର ଘନୀକରଣ ଘଟୁଛି ଏବଂ ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଘନୀକରଣ ହେବାପାଇଁ ଯେତିକି



(ଚିତ୍ର 206)

ସମୟ ନେଉଛି, ସେହି ଅବସରରେ ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି । ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଘନୀକରଣ ହେଲ ପରେ, ତାପମାତ୍ରା ପୁଣି ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ହିମାଙ୍କଠାରୁ ସମୟାନୁକ୍ରମେ କମି କମି ଯାଉଛି ।

ଏ ପରୀକ୍ଷା ପରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରାଯାଏ । ସମୟର ମୂଲ୍ୟକୁ X-ଅକ୍ଷରେଖା ଉପରେ ଓ ତାପମାତ୍ରା Y-ଅକ୍ଷରେଖା ଉପରେ ନିଆଯାଏ । ଏପରିଭାବେ ଅଙ୍କିତ ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ 'ABCD' ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଥାଏ । ପଦାର୍ଥଟି ତରଳାବସ୍ଥାରେ ଥିବା ସମୟରେ ଶୀତଳ ହୋଇ ଯାଉଥିବାରୁ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ଯେପରି ହ୍ରାସ ଘଟିଥାଏ, ତାହା AB ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହେଉଛି । ପୁଣି ପଦାର୍ଥଟିର ଘନୀକରଣ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବାଠାରୁ ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଘନୀକରଣ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାହା କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ଯେପରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସ୍ଥିର ରଖିଥାଏ, ତାହା BC ଭୂ-ସମାନ୍ତର ରେଖାଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଘନୀକରଣ ହେବା ପଦାର୍ଥଟି ଥଣ୍ଡା ହେବା ଯୋଗୁଁ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଯେପରି ହ୍ରାସ ଘଟିଥାଏ, ତାହା CD ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହେଉଛି । ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ ପରେ, ଭୂ-ସମାନ୍ତର ରେଖାଟିକୁ (BC) ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଇ Y-ଅକ୍ଷରେଖା ସହ ସ୍ପର୍ଶ କରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହା Y-ଅକ୍ଷରେଖାକୁ ଯେଉଁଠାରେ ସ୍ପର୍ଶକରେ, ସେହି ବିନ୍ଦୁଟି ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର **ଗଳନାଙ୍କ** ବା **ହିମାଙ୍କ** ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିଥାଏ ।

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେଲେ, ତହିଁରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ପଦାର୍ଥ ନିଆଯାଇ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ବିଧେୟ । କିନ୍ତୁ ଦୁର୍ଲ୍ଲଭ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଏପରି ପଦ୍ଧତିରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାନଯାଇ ପୂର୍ବୋକ୍ତ କୈଶିକ ନଳୀ ଦ୍ୱାରା ନିରୂପଣ କରାଯାଇଥାଏ ।

କେତେକ ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କ :

ପଦାର୍ଥର ନାମ	ଗଳନାଙ୍କ °C	ପଦାର୍ଥର ନାମ	ଗଳନାଙ୍କ °C
ପ୍ଲାଟିନମ୍	1755	ଗନ୍ଧକ	115
କଚା ଲୁହା	1200 (ପ୍ରାୟ)	ନାପ୍‌ଥାଲିନ୍	80
ତମ୍ବା	1083	ମହମ	52ରୁ 58
ସୁନା	1063	ପାରଦ	—39·5
ରୂପା	960	ବରଫ	0
ପିତ୍ତଳ	1000	ଆସିଟିକ୍ ଏସିଡ୍	16·7
ଜିଙ୍କ୍	419	ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ	10·3
ସୀସା	327	ପାମିଟିକ୍ ଏସିଡ୍	62·6
ଟିଣ	232	ଷ୍ଟିୟାରିକ୍ ଏସିଡ୍	69·3

ଗଳନାଙ୍କ ଓ ଚାପ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ତରଳାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତା'ର ଗଳନାଙ୍କ ସେହି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଆରୋପିତ ଚାପ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଆରୋପିତ

ଚାପ ଓ ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ନିହିତ ସମ୍ପର୍କକୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଭାବରେ ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ :

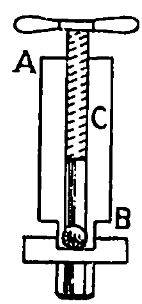
(i) ବରଫ ଓ କଚା ଲୁହା ସଦୃଶ ଯେଉଁ କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଆୟତନ ତରଳି ଯିବାରୁ ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇଯାଏ, ସେହି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଗଳନାଙ୍କ ଆରୋପିତ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ କମି କମି ଯାଏ । ଏପରି ଘଟିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ଆରୋପିତ ଚାପ ବଢ଼ିଗଲେ ବସ୍ତୁର ଆୟତନରେ ସଙ୍କୋଚନ ଘଟିଥାଏ । ତେଣୁ ତା'ର ଗଳନାଙ୍କ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା କମିଯାଏ ।

(ii) ମହମ ସଦୃଶ ଯେଉଁ କଠିନ ବସ୍ତୁର ଆୟତନ ତରଳି ଯିବାରୁ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ସେହି ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କ ଆରୋପିତ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ । ଏପରି ଘଟିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ, ଆରୋପିତ ଚାପ ବଢ଼ିଲେ ବସ୍ତୁଟିର ପ୍ରସାରଣ ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ତେଣୁ ତା'ର ଗଳନାଙ୍କ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ବଢ଼ିଯାଏ ।

34·6 ଆରୋପିତ ଚାପ ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କଜନିତ ହ୍ରାସକୁ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିରୀକ୍ଷଣ କରିବାର ଉପାୟ ।

ମୌସନ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Mousson's experiment) :

ମୌସନ୍ ପରୀକ୍ଷା ସକାଶେ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବା ଲୁହା ସିଲିଣ୍ଡର ବ୍ୟବହାର କରିଥିଲେ । ଚିତ୍ର 207ରେ ଏହି ସିଲିଣ୍ଡରଟିକୁ AB ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି । ସେ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟିର ଉପର ମୁହଁବାଟେ ତନ୍ମଧ୍ୟକୁ ଗୋଟିଏ ସ୍କ୍ରୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦେଇ, ସ୍କ୍ରୁଟିକୁ ମୋଡ଼ିବା ପାଇଁ ତାହାର ଅଗ୍ରଭାଗରେ ଗୋଟିଏ ହାଣ୍ଡଲ୍‌ର ବ୍ୟବସ୍ଥା କରିଥିଲେ । ସ୍କ୍ରୁଟିକୁ ମୋଡ଼ିବାଦ୍ୱାରା ତାହା ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଭିତରକୁ ବା ତଳକୁ ଖସିବାରୁ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁର ଚାପମାତ୍ରାରେ ଯଥାକ୍ରମେ ହ୍ରାସ ବା ବୃଦ୍ଧି ସଂଘଟିତ ହୋଇ ପାରିଲା । ପରୀକ୍ଷାପାଇଁ ସେ ପ୍ରଥମେ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ରେ କିଛି ପରିମାଣର ପାତିତ ଜଳ ରଖିଦେଇଥିଲେ ଏବଂ ଏହି ଜଳକୁ ଘନୀକରଣ କରି ବରଫରେ ପରିଣତ କରି ଦେଇଥିଲେ । ଏହାପରେ ସେ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଥିବା ବରଫରେ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପେଣ୍ଡୁ ରଖିଦେଲେ ଏବଂ ସମୁଦାୟ ଉପକରଣଟିକୁ ବରଫଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରିଦେଲେ । ତତ୍‌ପରେ ସେ ହାଣ୍ଡଲ୍‌କୁ ମୋଡ଼ିବାରୁ ଶକ୍ତ ସ୍କ୍ରୁଟି ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଭିତରେ ଥିବା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ଚାପ ପକାଇ ପାରିଲା । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲୁ କରାଯିବାର କିଛିସମୟ ପରେ ସେ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟିର ଉପର ମୁହଁକୁ ଖୋଲିଦେଲେ ଏବଂ ତାହାକୁ ବରଫଭିତରୁ ପଦାକୁ ଘେନିଆସିଲେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ସେ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଆଡ଼କୁ ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରିବାରୁ ଦେଖିଲେ ଯେ ଧାତବ ପେଣ୍ଡୁଟି ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଥିବା ବରଫ ସ୍ତମ୍ଭକୁ ଅତିକ୍ରମକରି ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ଭୂମିଉପରେ ଅବସ୍ଥାନ କରିଛି; ମାତ୍ର ବରଫ ତରଳିଯାଇ ନାହିଁ ।



(ଚିତ୍ର 207)

ବରଫ ତରଳି ନ ଯାଇ ପେଣ୍ଡୁଟି କିପରି ଭାବରେ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ପାଦ ଦେଶରେ ପହଞ୍ଚି ପାରିଲା ? ଏଠାରେ ସ୍କ୍ରୁ ମୋଡ଼ି ଚାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବାରୁ ବରଫର ଗଳନାଙ୍କରେ ହ୍ରାସ ଘଟିଲା । ତେଣୁ ତାହା ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭକଲା ଓ ବସ୍ତୁଟି ଧୀରେ ଧୀରେ ତା ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରି ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ଭୂମି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆସିଲା । ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ମୁହଁଟିକୁ ଖୋଲିଦେବାଦ୍ୱାରା ଚାପମାତ୍ରାରେ ହଠାତ୍ ହ୍ରାସ ଘଟିଲା । ତେଣୁ ଜଳଟି

ପୁନର୍ବାର ଘନୀକରଣ ହୋଇ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଗଲା । ମୌସନ୍ ଏହି ପରୀକ୍ଷା କରୁଥିବା ସମୟରେ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ବସ୍ତୁଉପରେ ଆରୋପିତ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ପ୍ରାୟ 1300 ଗୁଣ ଅଧିକ ହୋଇଥିଲା ।

ଆରୋପିତ ଚାପ ହ୍ରାସହେତୁ ଗଳନାଙ୍କରେ ଘଟୁଥିବା ବୃଦ୍ଧିକୁ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିରୀକ୍ଷଣ କରିବାର ଉପାୟ :

ଆରୋପିତ ଚାପ ହ୍ରାସ ହେତୁ ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କରେ ଘଟୁଥିବା ବୃଦ୍ଧିକୁ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିରୀକ୍ଷଣ କରିବାର ଉପାୟ :

ବୁନସେନ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Bunsen's experiment) :

ଆରୋପିତ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧିଘଟିବା ଯୋଗୁଁ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କରେ କିପରି ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ, ତାକୁ ପରୀକ୍ଷା କରିବାକୁ ବୁନସେନ୍ ଗୋଟିଏ ବଙ୍କା କାଚନଳୀର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇଥିଲେ । ଏହିକାଚ ନଳୀର ନମୁନା ଚିତ୍ର 208ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ନଳୀର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ହୋଇଥିଲା । ସେ ମହମକୁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରିଥିଲେ ଏବଂ ଛୋଟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀର କିୟଦଂଶ (AB)ରେ ମହମ ରଖିଦେଇଥିଲେ । ବଡ଼ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀର କିୟଦଂଶ (CD)ରେ ସେ ଶୁଷ୍କବାୟୁ ରଖିଥିଲେ ଏବଂ ଏ ରୂପେ ସଂରକ୍ଷିତ ବାୟୁର ଆୟତନରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଗ୍ରହି ସେ ଚାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିଥିଲେ । ନଳୀର ଅବଶିଷ୍ଟ ଅଂଶ (BD)ରେ ସେ ପାରଦରଖି ଦେଉଥିଲେ। ଉପକରଣଟି ଏରୂପେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲାପରେ, ସେ ତାକୁ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଗରମ କରିଥିଲେ । ଉପରକରଣଟି ଉତ୍ତପ୍ତ ହେବାରୁ ତନ୍ନିହିତ ପାରଦର ପ୍ରସାରଣ ଘଟିଲା ଏବଂ ସମାନୁକ୍ରମେ ମହମରେ ଓ ଆବଦ୍ଧବାୟୁରେ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ଚାପ ପକାଇ ପାରିଲା । କାଚନଳୀରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନରେ ଘଟୁଥିବା ସଙ୍କୋଚନକୁ ମାପିଦେଇ ସେ ମହମରେ ପକାଯାଉଥିବା ଚାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ସମ୍ପର୍କରେ ସଠିକ୍ ଜ୍ଞାନ ହାସଲ କରି ପାରିଥିଲେ । ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଲେ ନଳୀଭିତରେ ଥିବା ମହମ ଠିକ୍ ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କଲାବେଳେ ସେ ବାୟୁର ଆୟତନରେ ଘଟିଥିବା ସଙ୍କୋଚନକୁ ମାପି ମହମର ଆରୋପିତ ଚାପକୁ ମଧ୍ୟ ମାପିପାରିଲେ । ପୁନଃ ପୁନଃ ପରୀକ୍ଷା ପରେ ବୁନସେନ୍ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ଜାଣିପାରିଲେ ଯେ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ମହମର ଗଳନାଙ୍କ ଯେତିକି ହୋଇଯାଏ, ଚାପମାତ୍ରାକୁ 100 ଗୁଣ ବଢ଼ାଇଦେଲେ ତା'ର ଗଳନାଙ୍କ ତଦ୍‌ପେକ୍ଷା 4°C ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ ।



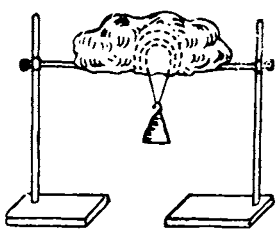
(ଚିତ୍ର 208)

34·7 ପୁନର୍ହିମାୟନ (Regelation) :

ମୌସନ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାରୁ ସ୍ପଷ୍ଟଭାବରେ ଜଣାଗଲା ଯେ ବରଫ ସଦୃଶ କେତେ ବସ୍ତୁର ଆୟତନ ଘନୀକରଣ ଯୋଗୁଁ ବୃଦ୍ଧିହୁଏ ଏବଂ ଗଳନଯୋଗୁଁ ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କ ଚାପମାତ୍ରାରେ କ୍ରମ ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ କମି କମି ଯାଏ । ତେଣୁ ଏହି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ପୁନର୍ହିମାୟନ ହୋଇଥାଏ ।

ଦୁଇଟି ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଚାପି କିଛିସମୟ ରଖିଦେଲେ ଚାପମାତ୍ରାର ହ୍ରାସ ହୁଏ ଓ ବରଫ ଖଣ୍ଡଦ୍ୱୟ ଯୋଡ଼ିହୋଇ ଖଣ୍ଡିଏ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ । ବରଫ ଦୁଇଖଣ୍ଡର ପରସ୍ପର ଚାପ ଫଳରେ ଆରୋପିତ ଚାପର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଯାଏ ଏବଂ ଗଳନାଙ୍କରେ ହ୍ରାସଘଟେ । ଚାପ କମାଇ ଦେଲେ ତରଳି ଯାଇଥିବା ବରଫଦ୍ୱୟର ପୁନର୍ହିମାୟନ ଘଟେ । ବରଫ ଦୁଇଖଣ୍ଡ ପରସ୍ପର ସହ ଯୋଡ଼ିହୋଇଯାଇ ଖଣ୍ଡିଏ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଯାଆନ୍ତି । ଏ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ **ପୁନର୍ହିମାୟନ** କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ ବଟମଲେ (Bottomley) ଗୋଟିଏ ଚିତ୍ତାକର୍ଷକ ପରୀକ୍ଷା କରିଥିଲେ ।

ସେ ଖଣ୍ଡିଏ ବରଫକୁ ଦୁଇଟି ଲୌହସ୍ତମ୍ଭରେ ଚିତ୍ର 209ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ରଖି ଦେଇଥିଲେ । ଏକ ଓଜନିଆ ବଟକରକୁ ଗୋଟିଏ ତାରରେ ପୂରାଇ ସେ ତାର ମୁଦିଟିଏ ତିଆରି କଲେ ଓ ଏହି ତାର ମୁଦିକୁ ସେ ବରଫ ଭିତରେ କିପରି ଭାବେ ଗଳାଇ ଦେଇଥିଲେ ଯେ ଓଜନିଆ ବଟକରଟି ତଳକୁ ଝୁଲି ରହିଥିଲା । ଏହାଦ୍ୱାରା ସେ ଦେଖିଲେ ଯେ ତାରଟି ବରଫକୁ କାଟି କାଟି କ୍ରମଶଃ ବରଫ ଭିତରେ ତଳକୁ ଖସିବାକୁ ଲାଗିଲା ଓ ଶେଷକୁ ଏହା ବରଫ ଖଣ୍ଡରୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ମୁକ୍ତହୋଇ ତଳକୁ ଖସିପଡ଼ିଲା । ଏହାପରେ ସେ ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ପରୀକ୍ଷା କରି ଜାଣିପାରିଥିଲେ ଯେ ତାହା ଦୁଇଫାଳ ନ ହୋଇ ପୂର୍ବବତ୍ ଖଣ୍ଡିଏ ବରଫ ପରି ରହିଛି । ଏହାର



(ଚିତ୍ର 209)

କାରଣ ହେଉଛି ତାର ମୁଦିଟିକୁ ଝୁଲାଇ ଦେବାପରେ ବରଫର ଯେଉଁ ଅଂଶ ତାର ଦେହକୁ ଲାଗିରହିଛି, ତାହା ଓଜନିଆ ବସ୍ତୁଟିର ଚାପହେତୁ ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କଲା । ତେଣୁ ତାର ଖଣ୍ଡିକ ତା ଭିତରେ ତଳକୁ ଖସିଗଲା ଓ ଏହି ଜଳର ଚାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟିଲା । ଫଳରେ ଏହା ପୁନର୍ହିମାୟାନ ହୋଇ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଗଲା । ଏରୂପେ ବରଫଠାରେ ପୁନର୍ହିମାୟନ ଘଟୁଥିବାରୁ ତାହା ଦୁଇଫାଳ ନ ହୋଇ ପୂର୍ବବତ୍ ନିଜର ଆକୃତିକୁ ଅକ୍ଷୁଣ୍ଣ ରଖିପାରିଲା ।

34·8 ଦ୍ରବଣର ହିମାଙ୍କ (Freezing point of a solution) ଓ ଗଳନ କ୍ରାନ୍ତିକ ମିଶ୍ରଣ (Eutectic mixture) :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥକୁ ଏକ ବିଶୁଦ୍ଧ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କରାଯାଇ **ଦ୍ରବଣ** (Solution) ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଏ । ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୁଏ ତାକୁ ଦ୍ରବ (Solute) କହନ୍ତି । ଏବଂ ଦ୍ରବୀଭୂତ କରୁଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥଟିକୁ ଦ୍ରାବକ (Solvent) କହନ୍ତି । ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣର ହିମାଙ୍କ ଦ୍ରାବକର ବିଶୁଦ୍ଧ ହିମାଙ୍କ ଠାରୁ ସର୍ବଦା କମ ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ବିଶୁଦ୍ଧଜଳର ହିମାଙ୍କ ହେଉଛି 0°C । ମାତ୍ର ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳ ଓ ଲବଣରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ ସମ୍ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣର ହିମାଙ୍କ ହେଉଛି ପ୍ରାୟ $-2°C$ ।

ଜଳ ଓ ଲୁଣର ମିଶ୍ରଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ ଦ୍ରବଣଟିର ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ରମଶଃ କମାଇ ଦିଆଗଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ $-3°C$ ବା $-4°C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଦ୍ରବଣରୁ ବରଫ ପୃଥକ୍ ଭାବେ ପଦାକୁ ବାହାରି ଆସେ । ତାପମାତ୍ରାକୁ ଆହୁରି କମାଇ ଦିଆଗଲେ ଦ୍ରବଣରୁ ଅଧିକ

ବରଫ ପୃଥକ୍ ଭବେ ବାହାରି ଆସୁଛି । ତାପମାତ୍ରା କମିଯିବାପରେ ଆଉ ଏପରି ଘଟେ ନାହିଁ । ତାପମାତ୍ରା $-23°C$ରେ ଅବଶିଷ୍ଟ ଦ୍ରବଣ ଘନୀକରଣ ହୋଇ କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଏପରି ଭବରେ ଉତ୍ପନ୍ନ କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ପ୍ରାୟ ଶତକଡ଼ା 23·6 ଭଗ ଲୁଣ ଥାଏ ।

ଏ ରୂପେ ତାପମାତ୍ରା କମାଇ ଦିଆଗଲେ ହେଁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଦ୍ରବଣ କଠିନାବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୁଏ ଏବଂ ଏହି କଠିନାବସ୍ଥାରେ ମଧ୍ୟ ତନ୍ନିହିତ ଦ୍ରବ ଓ ଦ୍ରାବକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ପୃଥକ୍ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ । ଯେଉଁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏପରି ଘଟେ ତାକୁ ଦ୍ରବଣର **ଗଳନ କ୍ରାନ୍ତିକ ତାପମାତ୍ରା** (Eutectic temperature) କହନ୍ତି । ଦ୍ରବଣଟିର କଠିନାବସ୍ଥା ପ୍ରାପ୍ତି ପରେ ତାକୁ **ଗଳନ କ୍ରାନ୍ତିକ** ମିଶ୍ରଣ କୁହାଯାଏ ।

34·9 ଗଳନର ନିୟମାବଳୀ (Laws of fusion) :

ପଦାର୍ଥର ଗଳନ ଓ ଘନୀକରଣ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଜ୍ଞାତବ୍ୟ ପରୀକ୍ଷିତ ତଥ୍ୟ ସମୂହକୁ **ଗଳନର ନିୟମାବଳୀ** କୁହାଯାଏ ।

(1) କୌଣସି ବସ୍ତୁରେ ଆରୋପିତ ଚାପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖିଲେ ତାହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳିଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ଏହି ତାପମାତ୍ରାକୁ ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ କହନ୍ତି ।

ସମୁଦାୟ ପଦାର୍ଥଟି ତରଳିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ତାର ଗଳନାଙ୍କ-ଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

(2) ଘନୀକରଣ ହେତୁ ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ (ଯଥା: ବରଫ) ସେପରି ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଆରୋପିତ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ କମି କମି ଯାଏ । ମାତ୍ର ଘନୀକରଣ ହେବା ଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ସଙ୍କୁଚିତ ହୁଏ, ସେପରି ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଆରୋପିତ ଚାପର ବୃଦ୍ଧିରେ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ । ଅଧିକାଂଶ ପଦାର୍ଥରେ ଏହି ଶେଷୋକ୍ତ ପ୍ରକୃତି ପରିଲକ୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ ।

(3) ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ର-ଧାତୁର ଗଳନାଙ୍କ ମୌଳିକ ଧାତୁର ଗଳନାଙ୍କରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

(4) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳି ଯାଉଥିବା ବା ଘନୀକରଣ ହେଉଥିବା କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ଗଳନର ଗୁପ୍ତ ତାପ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

(5) ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣର ହିମାଙ୍କ ସର୍ବଦା ବିଶୁଦ୍ଧ ଦ୍ରାବକର ହିମାଙ୍କ ଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

34·10 ହିମ-ମିଶ୍ରଣ (Freezing mixture) :

ଗଳନ ଆଲୋଚନା କ୍ରମରେ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ଗଳନ ସମୟରେ କିଛି ତାପ ଶୋଷଣ କରିଥାଏ । ଏ ସମୟରେ ଉକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଯେଉଁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରି-ମାଣର ତାପ ଶୋଷଣ କରେ, ତାକୁ ଗଳିତ ପଦାର୍ଥ ଗୁପ୍ତ ଭବରେ ଧାରଣ କରିଥାଏ । କୃତ୍ରିମ ଶୀତଳନ (Artificial cooling) ସମୟରେ ଏହି ଗୁପ୍ତତାପର ବିନିଯୋଗ କରଯାଏ ।

କୃତ୍ରିମ ଶୀତଳନ ପାଇଁ ଦୁଇଟି ପଦାର୍ଥ ମିଶାଇ ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ରଣ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଏ । ଏହି ମିଶ୍ରଣରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱୟରୁ ଅନ୍ତତଃ ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ହେବା ଦରକାର । ମିଶ୍ରଣରେ ଥିବା କଠିନ ପଦାର୍ଥର କିୟଦଂଶ ଗଳନ ସମୟରେ ମିଶ୍ରଣର ଅବଶିଷ୍ଟାଂଶରୁ ତାପ ଶୋଷଣ କରିଥାଏ । ତେଣୁ ମିଶ୍ରଣର ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟେ ।

ବୈଜ୍ଞାନିକ ଗବେଷଣା, ଶିଳ୍ପ ଓ ଘରୋଇ କାମରେ ବା ହିମ-ମିଶ୍ରଣ ଆବଶ୍ୟକ ସ୍ଥଳେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣା ପଡ଼ୁଛି ଯେ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳକୁ ସମପରିମାଣ ବିଶିଷ୍ଟ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଆମୋନିଅମ୍ ନାଇଟ୍ରେଟ୍ ସହ ମିଶାଇଦେଲେ ମିଶ୍ରଣର ତାପମାତ୍ରା −15°C ହୋଇଯାଏ । କାଲ୍‌ସିଅମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଫଳକ ଓ ବରଫକୁ 4:1 ଅନୁପାତରେ ମିଶାଇ ମିଶ୍ରଣ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଗଲେ, ସେହି ମିଶ୍ରଣର ତାପମାତ୍ରା −50°Cରୁ −55°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଏ ଭାବେ କୃତ୍ରିମ ଶୀତଳନ କରି କୌଣସି ବସ୍ତୁର ତାପ-ମାତ୍ରାକୁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣରେ କମାଇବାକୁ ସେହି ମିଶ୍ରଣ ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖାଯାଏ । ବରଫ ଓ ଲୁଣର ହିମ-ମିଶ୍ରଣ ସାଧାରଣତଃ ବହୁଳ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ହିମ-ମିଶ୍ରଣ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବାକୁ ଲୁଣ ଓ ବରଫ 3:1 ଅନୁପାତରେ ନିଆଯାଏ । ଏହି ମିଶ୍ରଣର ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ −23°C ଯାଏ ହୋଇଥାଏ ।

ବରଫ ଓ ଲୁଣକୁ ମିଶାଇ ଦେଲେ ପ୍ରଥମେ ବରଫ ମିଶ୍ରଣଠାରୁ କିଛି ପରିମାଣର ତାପ ଶୋଷଣ କରିନିଏ ଏବଂ ଜଳକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ । ଉକ୍ତ ଜଳ ମିଶ୍ରଣରେ କିଛି ପରିମାଣର ଲୁଣ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇ ରହିଯାଏ । ଫଳରେ ମିଶ୍ରଣର ତାପମାତ୍ରା ଆହୁରି କମିଯାଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ବାରମ୍ବାର ସଂଘଟନ ଯୋଗୁଁ ଶେଷକୁ ମିଶ୍ରଣର ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ −23°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯାଏ ।

34·11 ତରଳାବସ୍ଥାରୁ ବାଷ୍ପୀୟାବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ :

ବାଷ୍ପ ଓ ବାଷ୍ପୀକରଣ (Vaporization) :

ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥ କୌଣସି ପ୍ରକାରେ ତା'ର ଅନୁରୂପ ଗ୍ୟାସୀୟାବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇଗଲେ, ଉପଜାତ ଗ୍ୟାସକୁ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପ କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ ହୁଏ, ତାକୁ ବାଷ୍ପୀ-କରଣ କହନ୍ତି । କାଲୋରୀମିତି ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ କୁହାଯାଇ ଅଛି ଯେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀ-କରଣ ସମୟରେ ତାକୁ କିଛି ପରିମାଣର ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏ ତାପ ପଦାର୍ଥଟିର ତାପମାତ୍ରା ନ ବଢ଼ାଇ କେବଳ ତା'ର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଉଥିବାରୁ ସେହି ତାପକୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟିର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ କୁହାଯାଏ ।

ବାଷ୍ପଚାପ (Vapour Pressure) :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ଧାରିତ କୌଣସି ପାତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ବନ୍ଦକରି ରଖି ଦିଆଗଲେ, ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଭାବରେ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ । ଏ ରୂପେ ଜାତ ବାଷ୍ପ ପାତ୍ରଭିତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶ ଉପରକୁ ଥିବା ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ଅଧିକାର କରେ । ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଏହି ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନରେ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ବାଷ୍ପ ସଂଗୃହୀତ ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ସଦୃଶ ଏହି ବାଷ୍ପ

ପାତ୍ରଟିର ଭିତର କାନ୍ଥରେ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଚାପ ପକାଇ ଥାଏ । ଏ ବାଷ୍ପ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ଅନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟକାଳଯାଏ ସଂଗୃହୀତ ହୁଏ ନାହିଁ । କାରଣ, ବାଷ୍ପ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଓ ପାତ୍ରଟିର ଭିତର କାନ୍ଥରେ ପକାଉଥିବା ଚାପର ପରିମାଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲେ (ବା ସର୍ବାଧିକ ହେଲେ) ଆଉ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏହି ସୀମାନ୍ତ ବା ସର୍ବାଧିକ ଚାପର ପରିମାଣ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି ଓ ବାଷ୍ପୀକରଣ ସମୟରେ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ପାତ୍ର ଭିତରେ କିଛି ପରିମାଣର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ରହିଥିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ସର୍ବାଧିକ ବାଷ୍ପଚାପ ପାତ୍ରଟିର ଆକୃତି ବା ତନ୍ନିହିତ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ବା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ, ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ-ଜନିତ ବାଷ୍ପ ଯଦି ଆଗରୁ ପାତ୍ର ଭିତରେ ଥିବା ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ବା ଗ୍ୟାସ ସହିତ କୌଣସି ରସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ନ ଘଟାଉଥାଏ, ତେବେ ଏପରି ଘଟିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଯେତେବେଳେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପଚାପ ସଂଖ୍ୟାରେ ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ, ତେବେ ତାହା ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସୀମାନ୍ତ ବା ସର୍ବାଧିକ ବାଷ୍ପଚାପକୁ ହିଁ ବୁଝାଇ ଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଯଦି 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଜଳର ବାଷ୍ପଚାପ 31·5 ମି: ମି: ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଆମେ ବୁଝିବା ଯେ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ସର୍ବାଧିକ ବା ସୀମାନ୍ତ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ 31·5 ମି:ମି: ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଚାପ ସହିତ ସମାନ ହୁଏ ।

34·12 ବାଷ୍ପୀକରଣର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରଣାଳୀ (Different ways of vaporization) :

ତିନୋଟି ଉପାୟରେ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟିଥାଏ, ଯଥା :—(i) ବାଷ୍ପନ (evaporation), (ii) ସ୍ଫୁଟନ (boiling) ଓ (iii) ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ।

(i) ବାଷ୍ପନ (Evaporation) :

ତରଳାବସ୍ଥାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଓ ଧୀର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବା ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ବାଷ୍ପନ କୁହାଯାଏ । ଏହି ପ୍ରଣାଳୀଟି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଓ ସକଳ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟିଥାଏ । କୌଣସି ଏକ ଖୋଲା ପାତ୍ରରେ ଆଲ୍‌କହଲ୍ ରଖି ପାତ୍ରଟିକୁ ପଦାରେ ରଖିଲେ ଧୀରେ ଧୀରେ ତହିଁରୁ ଆଲ୍‌କହଲ୍ ଅଦୃଶ୍ୟ ହୋଇଯିବ । ଗ୍ରୀଷ୍ମ ଋତୁରେ ପୋଖରୀ ଓ ଗଡ଼ିଆଗୁଡ଼ିକ ଶୁଖିଯାଏ । ଢାଙ୍କୁଣୀ ଘୋଡ଼ା ନ ହୋଇଥିବା ପାତ୍ରରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ରଖିଦେଲେ ତାହା କିଛି ସମୟ ପରେ ଅଦୃଶ୍ୟ ହୋଇଯାଏ । ଇଥର୍ ଓ ଜଳକୁ ଦୁଇଟି ପାତ୍ରରେ ନେଇ ପଦାରେ ରଖିଦେଲେ ଇଥର୍ ଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପ ହୋଇ ଅଦୃଶ୍ୟ ହୋଇଯିବ; କିନ୍ତୁ ଜଳବାଷ୍ପ ହେବା ପାଇଁ ଅନେକ ସମୟ ଲାଗିବ । ତେଣୁ, ଇଥର୍ ଜଳ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ **ଉଦ୍‌ବାଯ୍ପୀ** ଅଟେ । ଯେଉଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପ ହୋଇଯାଏ ତାହାକୁ ଉଦ୍‌ବାୟୀ ତରଳ ପଦାର୍ଥ କହନ୍ତି; ଯଥା :—ଇଥର୍, କ୍ଲୋରଫର୍ମ୍, ଆଲ୍‌କହଲ୍ ଇତ୍ୟାଦି ।

(ii) ସ୍ଫୁଟନ (Boiling or ebulition) :

ଆରୋପିତ ଚାପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖିଲେ କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସକଳ ଭାଗରେ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟିଥାଏ । ପୁନଶ୍ଚ ସମୁଦାୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ । ଏହି ପ୍ରଣାଳୀକୁ ସ୍ଫୁଟନ କହନ୍ତି ।

(iii) ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ (Sublimation) :

କର୍ପୂର, ଗନ୍ଧକ, ନାପଥାଲିନ୍ ଭଳି କେତେଗୁଡ଼ିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯିବା ପରେ ସାଧାରଣ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇ ଯାଆନ୍ତି । ଏପରି ଭବରେ କଠିନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ସିଧାସଳଖ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବାର ପଦ୍ଧତିକୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ କୁହାଯାଏ ।

ସ୍ଫୁଟନ ଓ ବାଷ୍ପନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ (Distinction between boiling and evaporation) :

(i) ସ୍ଫୁଟନଦ୍ୱାରା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ମାତ୍ର ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଧୀରେ ଧୀରେ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୁଏ ।

(ii) ସ୍ଫୁଟନ ଯୋଗୁଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ସକଳ ଭଗରୁ ବାଷ୍ପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । କିନ୍ତୁ ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁଁ କେବଳ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରୁ ବାଷ୍ପ ଜାତ ହୋଇଥାଏ ।

(iii) ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଗ୍ରପରେ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇପାଏ । ମାତ୍ର, ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ସକଳ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୁଏ ।

34·13 ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହେବାର ଅନୁକୂଳ ପରିସ୍ଥିତି :

(1) ବାୟୁର ଶୁଷ୍କତା :

କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁରେ ଯେତିକି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ରହିବାର କଥା, ତାହାଠାରୁ କମ୍ ପରିମାଣର ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ବାୟୁ ମଣ୍ଡଳରେ ରହିଲେ, ବାୟୁ ଶୁଷ୍କ ହୋଇଯାଏ । ବାୟୁର ଶୁଷ୍କତା ଯେତେ ଅଧିକ, ବାଷ୍ପନର ହାର ସେତେ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ । କୌଣସି ଆର୍ଦ୍ର ବସ୍ତୁ ଶୀତଦିନ ଅପେକ୍ଷା ଖରାଦିନେ ଶୀଘ୍ର ଶୁଖିଯାଏ । କାରଣ, ଶୀତ ଦିନରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ବେଶୀ ଜଳକଣା ଥାଏ । ଏହି ଶୀତକାଳୀନ ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରୀଷ୍ମକାଳୀନ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ପରି ଓଦା ଲୁଗାରୁ ଜଳ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ ।

(2) ବାଷ୍ପୀୟ ଚାପ :

ବାୟୁ ବିହୀନ ବା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ବାଷ୍ପନ ଦ୍ରୁତ ହାରରେ ଘଟିଥାଏ । ଆରୋପିତ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ଯେତେ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ, ବାଷ୍ପନର ହାର ସେତିକି ପରିମାଣରେ ମନ୍ଥର ହୁଏ । ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ରର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ଜଳ ପୂରାଇଲେ ତାହା ଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପ ହୋଇଯାଏ । ନ୍ୟୂନ ଚାପରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପୀକରଣ ହେଉଥିବାରୁ ଏପରି ଘଟେ ।

(3) ତରଳପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ଓ ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା :

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ଓ ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା ଯେତେ ଯେତେ ଅଧିକ ହୁଏ, ବାଷ୍ପନର ହାର ସେତେ ଦ୍ରୁତ ହୋଇଯାଏ । ଆର୍ଦ୍ର ବସ୍ତ୍ର ଖରାରେ ଶୀଘ୍ର ଶୁଖି ଯାଏ । କିନ୍ତୁ

କୋଠରି ଭିତରେ ଏହା ଶୀଘ୍ର ଶୁଖେ ନାହିଁ । ତା'ର କାରଣ, ବାହ୍ୟ ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରିରେ ଥିବା ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ।

(4) ତରଳପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି :

ବାଷ୍ପନର ହାର ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଯେଉଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ଯେତେ ଅଧିକ ଉଦ୍‌ବାୟୀ ତାହାର ବାଷ୍ପନ ସେତେ ଦ୍ରୁତ ହୋଇଥାଏ । ସମପରିମାଣର ଇଥର୍, ଆଲକହଲ୍ ଏବଂ ଜଳ ଯଦି ବାୟୁରେ ରଖାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଇଥର୍ ଅତିଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପ ହୋଇ ଯାଉଛି ।

(5) ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ବାୟୁର ପ୍ରବାହ :

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଅନବରତ ବାୟୁ ପ୍ରବାହ ଘଟୁଥିଲେ, ବାଷ୍ପନର ହାର ଦ୍ରୁତ ହୁଏ । ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠଦେଶର ବାୟୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିଥାଏ । ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଯଦି ଏହି ବାୟୁକୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଉପରେ ସ୍ଥିର ଭାବରେ ରହିବାକୁ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତହିଁରେ ବାଷ୍ପର ପରିମାଣ ଏତେ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ ଯେ ଏହାପରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆଉ ବାଷ୍ପନ ଘଟେ ନାହିଁ । ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରୁଥିବା ବାୟୁକୁ ଅନବରତ ବଦଳାଇ ଦେଲେ ଓ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ତଟକା ବାୟୁ ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଲେ ବାଷ୍ପନର ହାର ଦ୍ରୁତ ହୋଇଥାଏ । ନିଷ୍ଫଳ ଦିନ ଅପେକ୍ଷା ବାୟୁ ପ୍ରବାହ ହେଉଥିବା ଦିନରେ ଆର୍ଦ୍ର ବସ୍ତ୍ର ଶୀଘ୍ର ଶୁଖିଯାଏ ।

(6) ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଉନ୍ମୁକ୍ତ ପୃଷ୍ଠଦେଶର ବିସ୍ତୃତି :

କୌଣସି ପ୍ରଶସ୍ତ ଅଗଭୀର ପାତ୍ରରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଗଭୀର ଓ ଅପ୍ରଶସ୍ତ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଅପେକ୍ଷା ଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପନ ହୁଏ । ବାଷ୍ପନ ତରଳ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଘଟୁଥିବାରୁ ପୃଷ୍ଠଭାଗର ବିସ୍ତୃତିରେ ବାଷ୍ପନର ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଥାଏ ।

34·14 ବାଷ୍ପନ ହିଁ ଶୀତଳନର କାରଣ (Evaporation causes Cooling) :

ବାଷ୍ପନ ହିଁ ତରଳପଦାର୍ଥର ଶୀତଳନର କାରଣ । ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପନ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଗୁପ୍ତ ତାପକୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅବଶିଷ୍ଟାଂଶ ଯୋଗାଇ ଦିଏ । ତେଣୁ ବାଷ୍ପନ ସମୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅବଶିଷ୍ଟାଂଶର ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ କମି କମି ଯାଏ । ଯଦି ବାଷ୍ପନର ହାର ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦ୍ରୁତ ହୁଏ, ତେବେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅବଶିଷ୍ଟାଂଶର ତାପମାତ୍ରାରେ ଦ୍ରୁତ ହ୍ରାସ ଘଟେ । ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଶୀତଳନ ମନୁଷ୍ୟର ଦୈନନ୍ଦିନ ଅଙ୍ଗେ ଲିଭାଇବା ଘଟଣା ।

(1) ହାତ ପାପୁଲିରେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ ଆଲ୍‌କହଲ୍ ବା ସ୍ପିରିଟ୍ ରଖିଲେ ହାତଟି ଥଣ୍ଡା ଲାଗେ । ହାତରୁ ତାପ ନେଇ ଆଲ୍‌କହଲ୍ ବା ସ୍ପିରିଟ୍ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହା ଘଟିଥାଏ ।

(2) କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀଟିକୁ ଆଲକହଲ୍‌ରେ ପ୍ରବେଶ କରାଇଲେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇ ତଳକୁ ଖସିଯାଏ । ଏଠାରେ ଆଲ୍‌କହଲ ପାରଦରୁ ଓ ଥଳୀରୁ ତାପ ନେଇ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହେଉଥିବାରୁ ଏପରି ଘଟିଥାଏ ।

(3) ଖୋଲା ପାତ୍ରର ଜଳ ଅପେକ୍ଷା ରୁଦ୍ଧ ପାତ୍ରର ଜଳର ତାପମାତ୍ରା କମ୍ ଅଟେ । ଖୋଲା ପାତ୍ରର ଜଳ ବାଷ୍ପହୋଇ ଶୀତଳ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ରୁଦ୍ଧ ପାତ୍ରର ଜଳ ବାଷ୍ପ ହେବାକୁ ସୁବିଧା ପାଏ ନାହିଁ ।

(4) ଧାତବ ପାତ୍ର ଅପେକ୍ଷା ସଚ୍ଛିଦ୍ର ମାଟି ପାତ୍ରର ଜଳ ଥଣ୍ଡା । କାରଣ, ଛିଦ୍ରବାଟେ ଜଳ ବାହାରି ବାଷ୍ପ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ସଚ୍ଛିଦ୍ର ପାତ୍ର ଭିତରେ ଥିବା ଜଳ ଥଣ୍ଡା ରହେ । କିନ୍ତୁ ଧାତବ ପାତ୍ରର ଜଳ ପଦାକୁ ବାହାରି ବାଷ୍ପହୋଇଯିବାକୁ ସୁବିଧା ପାଏନାହିଁ ।

(5) ଆର୍ଦ୍ର ବସ୍ତ୍ର ଘୋଡ଼ାଇ ସୋଡ଼ା ବୋତଲକୁ ଥଣ୍ଡା କରାଯାଏ ।ଆର୍ଦ୍ର ବସ୍ତ୍ରରୁ ଜଳବାଷ୍ପ ହୋଇ ଶୀଘ୍ର ବୋତଲକୁ ଥଣ୍ଡା କରେ ।

(6) ଆମେ ବିଞ୍ଚିହେଲେ ବା ପଙ୍ଖାତଳେ ବସିଲେ ଥଣ୍ଡା ଅନୁଭବ କରୁ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଝାଳ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଶରୀରକୁ ଥଣ୍ଡା କରେ ।

(7) ଗୋଟିଏ ଶୁଷ୍କ କାଠପଟାରେ ଜଳ ସିଞ୍ଚନ କରାଯାଉ । ଏହାପରେ ଏକ କାଚପାତ୍ରରେ୍ ଇଥର ପୂରାଇ ତାକୁ ଏହି ପଟାଉପରେ ରଖି ଦିଆଯାଉ । ଏପରି କଲେ ଦେଖା ଯିବ ଯେ ଇଥର୍ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇ ଯାଉଥିବାରୁ ପାତ୍ର ସଂଲଗ୍ନ ଜଳ ଜମାଟ ବାନ୍ଧିଯାଏ ।

(8) ଗ୍ରୀଷ୍ମମଣ୍ଡଳୀୟ ଅଞ୍ଚଳରେ ଭୂମି ଦିନବେଳା ଅତ୍ୟଧିକ ତାପ ପାଇଥାଏ । ସନ୍ଧ୍ୟାହେଲେ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ । ଫଳରେ ଜଳ ଜମାଟ ବାନ୍ଧିଯାଏ ।

(9) ଦିନରେ ଧୂଳିଆ ରାସ୍ତାରେ ଜଳ ଛିଞ୍ଚିଲେ ଧୂଳିଉଡ଼େ ନାହିଁ ଏବଂ ଜଳ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇ ନିକଟସ୍ଥ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ଥଣ୍ଡାକରେ ।

(10) ଗ୍ରୀଷ୍ମଋତୁରେ ଘରର ଦୁଆର ଝରକା ମାନଙ୍କରେ ଖସ୍ ଖସ୍ ଲଗାଯାଏ । ଏହାକୁ ଜଳସିଞ୍ଚି ଓଦା ରଖାଯାଇଥାଏ । ଫଳରେ ଘରଭିତର ଥଣ୍ଡା ରହେ । ଏହାର କାରଣ ଓଦା ଖସ୍ ଖସ୍‌ରୁ ଜଳ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇଯାଉଥିବାରୁ ତାହା ଥଣ୍ଡା ହୋଇଥାଏ । ବାୟୁ ଏହି ଖସ୍ ଖସ୍‌ର ଛିଦ୍ରବାଟେ ଘରଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବାରୁ ଘରଭିତର ଥଣ୍ଡା ଲାଗେ ।

ରେଫ୍ରିଜରେଟର୍ :

ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ପଦାର୍ଥର ଶୀତଳନ ଘଟୁଥିବା ସିଦ୍ଧାନ୍ତକୁ ଭିତ୍ତି କରି ଏହି ଯନ୍ତ୍ରଟିକୁ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇଛି । ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ବିନିମୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ହେଉଥିବା ରେଫ୍ରିଜରେଟର୍ ଗନ୍ଧକାମ୍ଳର ବାଷ୍ପନ ଘଟାଯାଏ । ଏଥିରେ ଥିବା ଘନୀକାରକଟିକୁ ବାୟୁଦ୍ୱାରା ଥଣ୍ଡା କରାଯାଏ । ବାଷ୍ପକ ଭିତରେ ଥଣ୍ଡା କରାଯାଉଥିବା ନଳୀଟି ଥଣ୍ଡା ହୋଇ ଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତା ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗରେ ଘେରି ରହିଥିବା ବାୟୁ ଏହି ଥଣ୍ଡା ନଳୀର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସି ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ । ଏହି ଥଣ୍ଡା ବାୟୁ ଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତା ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗରେ ଘେରି ରହିଥିବା ବାୟୁ ଏହି ନଳୀର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସି ଥଣ୍ଡା ହୁଏ । ଏହି ଥଣ୍ଡା ବାୟୁ ରେଫ୍ରିଜରେଟର୍‌ର ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇ ତାହାକୁ ଥଣ୍ଡା ରଖେ । ତେଣୁ ରେଫ୍ରିଜରେଟର ଭିତରେ ଫଳ, ଦୁଗ୍ଧ, ମାଛ, ମାଂସ ଇତ୍ୟାଦି ଥଣ୍ଡା ରହେ ।

34·15 ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ (Boiling point of a liquid) ।

ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଫୁଟିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ ତାକୁ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ କହନ୍ତି । ଫୁଟିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବାର ପରଠାରୁ ସମୁଦାୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ । ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି ଓ ତା ଉପରେ ଆରୋପିତ ଚାପ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ତା'ର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସହ ସମାନ ହେଲେ, ତା'ର ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ଆରୋପିତ ଚାପ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଫୁଟିଥାଏ । ଏହି ତାପମାତ୍ରାକୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ମାନକ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଜଳର ମାନକ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ 100°C । ଅର୍ଥାତ୍ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ (76 ସେ: ମି:) ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସର୍ବଦା 100°C । ଅନ୍ୟ କଥାରେ 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଫୁଟୁଥିବା ଜଳର ବାଷ୍ପ ଚାପ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସହ ସମାନ ।

ସ୍ଫୁଟନ ଯୋଗୁଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଅନୁକୂଳ ପରିସ୍ଥିତି :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କର ହ୍ରାସ ନିମିତ୍ତ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପରିସ୍ଥିତିଗୁଡ଼ିକ ଆବଶ୍ୟକ ।

(i) ଆରୋପିତ ଚାପ :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସେହି ପଦାର୍ଥରେ ଆରୋପିତ ଚାପ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଆରୋପିତ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ, ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ପରୀକ୍ଷାରୁ ପ୍ରମାଣିତ ଯେ ଆରୋପିତ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପଠାରୁ 27 ମିଲିମିଟର ଲେଖାଏଁ ବଢ଼ିଗଲେ ବା କମିଗଲେ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ 100°C ଠାରୁ 1°C ଲେଖାଏଁ ବଢ଼ିଯାଏ ବା କମିଯାଏ ।

(ii) ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବିଶୁଦ୍ଧତା :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବିଶୁଦ୍ଧ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଯେତିକି ହୋଇଯାଏ, ତଦପେକ୍ଷା ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ଦ୍ରବୀଭୂତ ଥିଲେ ଦ୍ରବଣର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଅଧିକ ହୁଏ । ଜଳର ମାନକ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ 100°C । ମାତ୍ର ଜଳ ଓ ଲୁଣକୁ ମିଶାଇ ପ୍ରସ୍ତୁତ ସନ୍ତୃପ୍ତ ଦ୍ରବଣ (Saturated Solution)ଟିର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ହେଉଛି ତଦପେକ୍ଷା 9°C ଅଧିକ । ଏହି କାରଣରୁ କୌଣସି ବିଶୁଦ୍ଧ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲାବେଳେ ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳୀକୁ ଉକ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଭିତରେ ନ ବୁଡ଼ାଇ ତା'ର ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ କରାଯାଇ ଥାଏ । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳୀଟିକୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଉପରକୁ ରଖାଯାଇ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

(iii) ତରଳ ପଦାର୍ଥ ରଖାଯାଇଥିବା ପାତ୍ରର ମୌଳିକ ପ୍ରକୃତ :

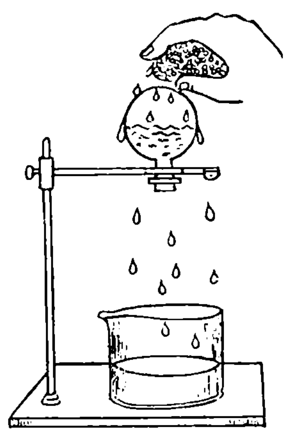
ବୈଜ୍ଞାନିକ ଗେ-ଲୁସାକ୍ ସର୍ବ ପ୍ରଥମେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇ ଦେଇଥିଲେ ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ତାକୁ ରଖାଯାଇଥିବା ପାତ୍ରର ମୌଳିକ ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ପୁନଶ୍ଚ ଏହା ପାତ୍ରଟିର ପରିଚ୍ଛନ୍ନତା ଉପରେ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଭର କରେ । ଯଦି ଜଳକୁ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ପାତ୍ରରେ ଓ ଆଉ ଗୋଟିଏ କାଚ ପାତ୍ରରେ ରଖି ଫୁଟାଯାଏ, ତାହାହେଲେ କାଚ ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ତମ୍ବା ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଅପେକ୍ଷା ସାମାନ୍ୟ ଅଧିକ ହୁଏ । ପୁଣି କାଚ ପାତ୍ରଟିକୁ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ପରିଷ୍କାର କରି ଦିଆଗଲେ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସାମାନ୍ୟ ବଢ଼ି ଯାଏ ।

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଉପରେ ଚାପର ପ୍ରଭାବକୁ ଦେଖାଇବା ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା :

(i) ଫ୍ରାଙ୍କଲିନ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Franklin's experiment) :

ପରୀକ୍ଷା କରି ଫ୍ରାଙ୍କଲିନ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଦର୍ଶାଇ ଦେଇଥିଲେ ଯେ ଆରୋପିତ ଚାପକୁ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପଠାରୁ କମାଇ ଦେଲେ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ମାନକ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଠାରୁ କମିଯାଏ ।

ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ କାଚ ଫ୍ଲାସ୍କରେ କିଛି ପରିମାଣର ଜଳ ନିଆଯାଏ । ଫ୍ଲାସ୍କଟିକୁ କିଛିସମୟ ପାଇଁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦେବା ଦ୍ୱାରା ଫ୍ଲାସ୍କ୍‌ଭିତରେ ଜଳ ଉପରକୁ ଥିବା ବାୟୁ ପଦାକୁ ବାହାରି ଯାଏ । ତପରେ ଫ୍ଲାସ୍କକୁ ଆଉ ଉତ୍ତପ୍ତ କରା ନ ଯାଇ ତା'ର ମୁହଁକୁ ଗୋଟିଏ ବାୟୁରୋଧକ ଠିପି ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦକରାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଫ୍ଲାସ୍କ୍‌ଟିକୁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯାଏ ଓ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ଗୋଟିଏ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ତାକୁ ସୁଦୃଢ଼ ଭାବରେ ରଖାଯାଏ । ଏ ପରିସ୍ଥିତିରେ ଫ୍ଲାସ୍କ୍‌ଟିକୁ ଆଉ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉ ନ ଥିବାରୁ, ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳର ସ୍ଫୁଟନ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଫ୍ଲାସ୍କ୍‌ର ଉପରିଭାଗରେ ଗୋଟିଏ ଆର୍ଦ୍ର ସ୍ପଞ୍ଜ୍ (Spong)କୁ ଧରି ଚିପୁଡ଼ିବାଦ୍ୱାରା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳ ଫୁଟିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ତାପ ଯୋଗାଇବା ବ୍ୟତିରେକେ ଫ୍ଲାସ୍କ୍‌ରେ ଥଣ୍ଡାଜଳ ପକାଯିବାଦ୍ୱାରା ତା ଭିତରେ ଥିବା ଜଳ ଜୋରରେ ଫୁଟୁଛି ।



(ଚିତ୍ର 210)

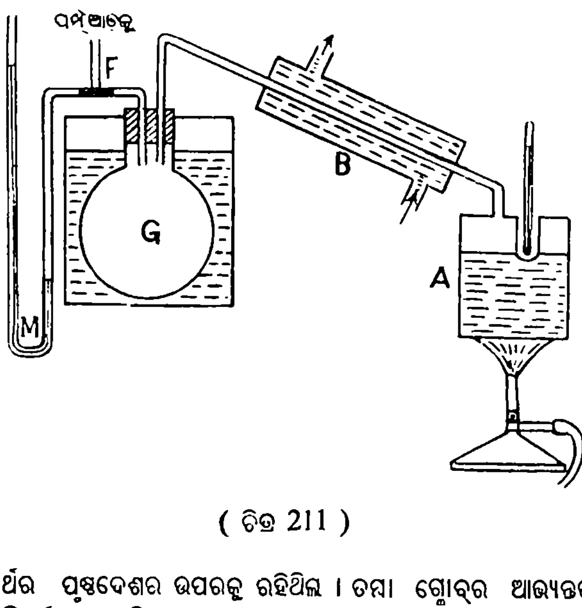
ତା'ର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ, ଉତ୍ତପ୍ତ ଫ୍ଲାସ୍କ ଉପରେ ଥଣ୍ଡା ଜଳ ପକାଯିବାଦ୍ୱାରା ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର କିୟଦଂଶ ପୁଣି ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଯାଉଛି । ତେଣୁ ଫ୍ଲାସ୍କ୍ ଭିତରେ ବାଷ୍ପ ଚାପ କମି ଯାଉଛି । ଯେତେବେଳେ ଏହି ହ୍ରାସ ଘଟିଥିବା ବାଷ୍ପ-ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ଫ୍ଲାସ୍କ୍‌ର ତତ୍‌କାଳୀନ ତାପମାତ୍ରାରେ ସର୍ବାଧିକ ବା ସୀମାନ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଉଛି ସେତେବେଳେ ଜଳ ପୁନର୍ବାର ଫୁଟିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି ।

ଏପରି ଭାବରେ ଫ୍ରାଙ୍କଲିନ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାଟି ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇ ପାରେ ଯେ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଆରୋପିତ ଚାପ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

(ii) ରେନୋଁଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Regnault's experiment) :

ରେନୋଁ ପରୀକ୍ଷା କରି ଦର୍ଶାଇ ଦେଇଥିଲେ ଯେ ଆରୋପିତ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ମାନଙ୍କ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଆରୋପିତ ଚାପର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଗଲେ ତା'ର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଠାରୁ ଭିନ୍ନ ହୋଇଯାଏ ।

ରେନୋଁ ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଏକତ୍ରିତ କରି ଯେପରି ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପରିଚାଳିତ କରିଥିଲେ ତାର ଏକ ନମୁନା ଚିତ୍ର 211 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି । ସେ ତମ୍ବା ନିର୍ମିତ ଗୋଟିଏ ଫମ୍ପା ଗୋଲକକୁ (G) ଗୋଟିଏ ଆନତ କାଚନଳୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପାତ୍ର (A) ସହିତ ବାୟୁରୁଦ୍ଧ ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଥିଲେ । ଆନତ କାଚ ନଳୀକୁ ଥଣ୍ଡା ରଖିବା ପାଇଁ ତା'ର ଚାରିପଟେ ସେ ଗୋଟିଏ ଜଳଧାରିତ ଆବରଣ ରଖି ଥିଲେ । ଏହି ଆବରଣ ଭିତରେ ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳର ପ୍ରବାହ ପାଇଁ ସେ ଆବରଣ ସହିତ ଦୁଇଟି ନଳୀ ଯୋଡ଼ି ଦେଇଥିଲେ । ଧାତବ ପାତ୍ର (A)ରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁଥିବାରୁ ତହିଁରୁ ଜାତ ବାଷ୍ପର ତାପାମତ୍ରା ମାପିବା ଲାଗି ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ଧାତବ ପାତ୍ର ଭିତରେ ସେ ଏପରି ଭାବରେ ରଖିଥିଲେ ଯେ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀଟି



(ଚିତ୍ର 211)

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠଦେଶର ଉପରକୁ ରହିଥିଲା । ତମ୍ବା ଗ୍ଲୋବ୍‌ର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ତାପ-ମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖିବା ସକାଶେ, ସେ ତାହାକୁ ଗୋଟିଏ ଜଳ ଧାରିତ ପାତ୍ର ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିଥିଲେ । ଗୋଟିଏ କର୍କ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ଲୋବ୍‌ର ମୁହଁଟିକୁ ବନ୍ଦ କରି ଓ ସେହି କର୍କର ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ କାଚନଳୀ ପୂରାଇ ସେ ଗ୍ଲୋବ୍‌ଟିକୁ ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ

କରଇ ଥିଲେ । ଗୋଟିଏ କାଚନଳୀ ଦ୍ୱାରା ସେ ଗ୍ଲୋବଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଚାପକ ପମ୍ପ ଓ ଗୋଟିଏ ପାରଦ ଧାରିତ U-ନଳୀ ସହିତ ଯୋଗ କରିଥିଲେ । ଏହି ପାରଦ ଧାରିତ U-ନଳୀଟି ଗୋଟିଏ ଚାପମାନଯନ୍ତ୍ର ବା ମାନୋମିଟର୍‌ର କାର୍ଯ୍ୟ ତୁଲାଇ ପାରୁଥିଲା ।

ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ସେ ସର୍ବପ୍ରଥମେ ଗ୍ଲୋବ ଭିତରେ ଆବଦ୍ଧ ହୋଇ ରହିଥିବା ବାୟୁର ଚାପକୁ ବାୟବୀୟ ଚାପସହ ସମାନ କରି ଦେଇଥିଲେ । ତତ୍‌ପରେ ସେ ବର୍ଣ୍ଣର ସାହାଯ୍ୟରେ ତମ୍ବା ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ଦେଇଥିଲେ । ପାତ୍ରଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଯୋଗୁଁ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥଠାରୁ ଜାତ ବାଷ୍ପ ଆନତ ନଳୀଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିଲା । ଏହି ବାଷ୍ପ ଆନତ ନଳୀକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ଥଣ୍ଡା ଜଳର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସି ଥଣ୍ଡା ହୋଇ ଯାଉଥିଲା । ତେଣୁ ଏହା ପୁନର୍ବାର ଗଳିତ ହୋଇ ସେହି ଧାତବ ପାତ୍ର ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିଲା । ସମୟ କ୍ରମେ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବାରୁ ପାତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନ ଘଟୁଥିଲା । ଫଳରେ ଥର୍ମୋମିଟରଟି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଥିଲା । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ସେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସଠିକରୂପେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରି ଥିଲେ ।

ପରେ, ସେ ପମ୍ପ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ଲୋବ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାୟୁର ଚାପକୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପଠାରୁ ଅଧିକ କରି ଦେଇଥିଲେ । ତଦ୍ୱାରା ସେ ଥର୍ମୋମିଟର ଦେଖି ଜାଣି ପାରିଲେ ଯେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିବାରେ ଲାଗିଛି ଏବଂ ଅଧିକ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବାଦ୍ୱାରା କିଛି ସମୟ ପରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ଫୁଟିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି । ଏ ପରିସ୍ଥିତିରେ ଥର୍ମୋମିଟର ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରି ସେ ଜାଣି ପାରିଲେ ଯେ ଥର୍ମୋମିଟର ପୁନର୍ବାର ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି । ଏଣୁ ସେ ଜାଣିଲେ ଯେ ଆରୋପିତ ଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପଠାରୁ ଅଧିକ ହେଉଛି । ଗ୍ଲୋବ ଭିତରେ ଥିବା ବାୟୁର ଚାପକୁ କ୍ରମଶଃ ଥର ଥର କରି ବଢ଼ାଇ ସେ ଏ ରୂପେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥିଲେ ଏବଂ ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ ଜାଣିପାରି ଥିଲେ ଯେ ଚାପମାତ୍ରା ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଗଲେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ମଧ୍ୟ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ ।

ସୁତରାଂ ରେନୋଁଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାଟି ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ଜଣାଇଦେଲା ଯେ ଆରୋପିତ ଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଗଲେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ତା'ର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିର ଆଉ ଗୋଟିଏ ବିଶେଷତ୍ୱ ହେଉଛି ଯେ ଏହା ମଧ୍ୟ ଚାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କରେ କିପରି ଭାବରେ ହ୍ରାସ ଘଟିଥାଏ, ତାହା ଦର୍ଶାଇ ଦେଇପାରେ । ଏଥିପାଇଁ ଗୋଟିଏ **ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ ପମ୍ପ**ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଏହି ପମ୍ପ ସାହାଯ୍ୟରେ ଗ୍ଲୋବଟିରୁ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ କରିଦେଲେ, ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଚାପ କମିଯାଏ । ନିଷ୍କାସନ ପମ୍ପଟିକୁ ଏ ରୂପେ ଚଳାଇଲେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଉପରେ ଆରୋପିତ ହେଉଥିବା ଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପଠାରୁ କମାଇ ଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଣାଯାଏ ଯେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ମାନକ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କଠାରୁ କମ୍ ହେଉଛି ।

ତାପମାତ୍ରା ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସହ ସମାନ ଥିବା ସମୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପ ଚାପ ଆରୋପିତ ଚାପ ସହ ସମାନ ବୋଲି ଜାଣି-ବାକୁ ପରୀକ୍ଷା :

ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଏପରି ଗୋଟିଏ ସଙ୍କୀର୍ଣ୍ଣ କାଚ U ନଳୀ ନିଆଯାଏ ଯେ ତା'ର ଗୋଟିଏ ମୁହଁ ବନ୍ଦଥାଏ ଓ ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡଟି ଖୋଲା ରଖା ଯାଇଥାଏ ।

ନଳୀଟିକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ବିଶୁଦ୍ଧ ଓ ଶୁଷ୍କ ପାରଦ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ । ପାରଦ ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ନଳୀରେ ଯେପରି ବାୟୁକଣା ରହି ନ ଯାଏ, ସେଥିପ୍ରତି ଯଥେଷ୍ଟ ସାବଧାନତା ଅବଲମ୍ବନ କରାଯାଏ । U ନଳୀର ମୁହଁ ଖୋଲା ଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶର ଉପରି ଭାଗରେ କିଛି ପରିମାଣର ପାତିତ ଜଳ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହି ପାତିତ ଜଳ ସହିତ ଯେପରି କୌଣସି ବାୟୁକଣା ନ ରହେ ସେଥିପ୍ରତି ସତର୍କତା ଅବଲମ୍ବନ କରାଯାଏ । ତତ୍ପରେ ଖୋଲା ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀର ମୁହଁକୁ ଅଙ୍ଗୁଳି ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦକରି ନଳୀଟିକୁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯାଏ । ଜଳ ପାରଦ ଅପେକ୍ଷା ହାଲୁକା ହୋଇଥିବାରୁ, U ନଳୀର ମୁହଁ ବନ୍ଦଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ ଭିତରକୁ ଏହା ଚାଲିଯାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଟିଏ ସରୁଆ କାଚନଳୀକୁ U ନଳୀର ଖୋଲା ମୁହଁରେ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଇ, ମୁହଁ ଖୋଲା ଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରୁ ପାରଦ କାଢ଼ିନିଆଯାଏ । ତେଣୁ ତା'ର ମୁହଁ ବନ୍ଦଥିବା ନଳୀର ଉପରି ଭାଗରେ କିଛି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ରହିଯାଏ । ମୁହଁ ବନ୍ଦଥିବା ନଳୀର ଅବଶିଷ୍ଟାଂଶ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହି ଜଳର ଉପରି ଭାଗରେ କିଛି ପରିମାଣର ପାରଦ ରହିଯାଏ । ଏହାପରେ, U ନଳୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଜଳଧାରିତ ବିକର ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ବିକରସ୍ଥିତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ମାପିବାକୁ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ସ୍ଥାପନ କରାଯାଏ । ବିକରରେ ଥିବା ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ । ଏହି ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଖୋଲାମୁହଁ ଲମ୍ବା ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଯେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଯୋଗୁଁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ U ନଳୀର ମୁହଁ ବନ୍ଦଥିବା ନଳୀ ଭିତରେ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ଯେତେବେଳେ ବିକର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନ ଘଟେ, ସେତେବେଳେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ U ନଳୀର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହେଉଛି । ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ତାପମାତ୍ରା ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସହ ସମାନ ହୋଇଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, ଯେଉଁ ଆରୋପିତ ଚାପରେ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଘଟିଥାଏ, ତାହା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ସଠିକ ଭାବରେ ପରିଚାଳନ କରିବାକୁ U ନଳୀ ଭିତରେ ଯଥେଷ୍ଟ ଜଳ ନିଆଯିବା ବିଧେୟ । ନଚେତ୍ ସ୍ଫୁଟନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ପୂର୍ବରୁ ସମସ୍ତ ଜଳ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବ । ଏଥିରେ ଏପରି ଭାବରେ ଜଳ ନିଆଯିବା ଉଚିତ ଯେ ସ୍ଫୁଟନ ଘଟିବା ପରେ ମଧ୍ୟ U ନଳୀରେ କିଛି ପରିମାଣର ଜଳ ରହିଯିବ ।

34·16 ସ୍ଫୁଟନର ନିୟମାବଳୀ (Laws of boiling) :

(1) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଚାପରେ ଯେକୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଫୁଟନ ଘଟିଥାଏ । ସ୍ଫୁଟନ ଘଟିବା ଆରମ୍ଭ ପରଠାରୁ ସମସ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାହାର ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ତାପମାତ୍ରା ସର୍ବଦା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

(2) ଆରୋପିତ ଚାପରେ ହ୍ରାସ ବା ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ କମିଯାଏ ବା ବଢ଼ିଯାଏ ।

(3) ବିଶୁଦ୍ଧ ଦ୍ରାବକର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଠାରୁ ତଦ୍ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରଯାଇଥିବା ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ସର୍ବଦା ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରିବା ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାର ପ୍ରଣାଳୀ :

ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ବସ୍ତୁର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ପୃଥକ୍ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପରେ, ଉକ୍ତ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କଗୁଡ଼ିକରୁ ସ୍ଥାନଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଉଚ୍ଚତାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ ।

34.17 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

ଗୋଟିଏ ନୀଚ ସ୍ଥାନରେ ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ 100°C ହେଉଛି ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ଏହାର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ 96°C ହେଉଛି । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ତାପମାତ୍ରା ଉଚ୍ଚ ଓ ନୀଚ ସ୍ଥାନମାନଙ୍କରେ ଯଥାକ୍ରମେ 14°C ଓ 10°C । ଯଦି ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା 0·001293 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସ୍ଥାନଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଉଚ୍ଚତାର ତାରତମ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବା ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କରୁ ଜଣା ପଡ଼ୁଛି ଯେ ନୀଚ ସ୍ଥାନଟିରେ ପାରଦ ବାରୋମିଟରର ପଠନ=760 ମିଲିମିଟର । ଉଚ୍ଚସ୍ଥାନଟିରେ ପାରଦ ବାରୋମିଟରର ପଠନ $=760-27\times4=760-108=652$ ମି: ମି:

$\therefore$ h$=760-652=108$ ମି: ମି:$=10{\cdot}8$ ମି: ମି: ।

$\therefore$ P$=10{\cdot}8\times13{\cdot}6$ ଗ୍ରାମ୍-ଓ୍ୱେଟ । ଉଭୟ ସ୍ଥାନରେ ହାରାହାରି ଚାପ$=\dfrac{760+652}{2}=706$ ମି:ମି:

ଏବଂ ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା$=\dfrac{10+14}{2}=12$°C

କିନ୍ତୁ $\dfrac{DT}{P}=\dfrac{D_0T_0}{P_0}$ ବା $D=\dfrac{D_0T_0}{P_0}\times\dfrac{P}{T}$

ବା $D=\dfrac{0{\cdot}001293\times273}{760}\times\dfrac{706}{285}$

[$\because$ 12°C=(273+12)°C=285°C]

ବର୍ତ୍ତମାନ $\dfrac{h\times13{\cdot}6}{D}$ [H=1 ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ]

$=\dfrac{10{\cdot}8\times13{\cdot}6\times760\times285}{0{\cdot}001293\times273\times706}$ ସେ: ମି:

$=127700$ ସେ: ମି:$=1277$ ମିଟର

$=1{\cdot}277$ କି: ମି: (ପ୍ରାୟ)

$\therefore$ ଉଚ୍ଚ ଓ ନୀଚସ୍ଥାନ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା$=1{\cdot}277$ କିଲୋମିଟର

ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ କେତେକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ :

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ନାମ	ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ 0°C	ତରଳ ପଦାର୍ଥର ନାମ	ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ °C
ଇଥର	35	ଟରପାଇନ୍ ତେଲ	359·1
କ୍ଲୋରୋଫର୍ମ	60·2	ଗନ୍ଧକାମ୍ଳ	325
ଆଲ୍‌କହଲ୍	78·3	ପାରଦ	357
ବେନ୍‌ଜିନ୍	80·4	ଆନିଲିନ	182
ପାତିତ ଜଳ	100	କାରବନ୍	...
ଗ୍ଲିସରିନ	280	ଟେଟ୍ରାକ୍ଲୋରାଇଡ	76·7

ସାରାଂଶ

(i) କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଆରୋପିତ ଚାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, ତାହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳି ଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ ମୂଲ୍ୟକୁ ଦତ୍ତ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ କହନ୍ତି । ସମୁଦାୟ ପଦାର୍ଥ ତରଳିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ତା'ର ଗଳନାଙ୍କରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

(ii) ଘନୀକରଣ ହେବା ଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ ତରଳପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ (ଯଥା, ବରଫ) ସେପରି ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଆରୋପିତ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ କମିଯାଏ । ମାତ୍ର; ଘନୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର ଆୟତନ ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇଯାଏ, ସେପରି ବସ୍ତୁର ଗଳନାଙ୍କ ଆରୋପିତ ଚାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ । ଅଧିକାଂଶ ପଦାର୍ଥରେ ଏହି ଶେଷୋକ୍ତ ପ୍ରକୃତି ପରିଲକ୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ ।

(iii) ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ର ଧାତୁର ଗଳନାଙ୍କ ତାକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ଧାତୁର ଗଳନାଙ୍କ ଅପେକ୍ଷା କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

(iv) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳି ଯାଉଥିବା ବା ଘନୀକରଣ ହେଉଥିବା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

(v) ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣର ହିମାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ବିଶୁଦ୍ଧ ଦ୍ରାବକର ହିମାଙ୍କ ଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

ସ୍ଫୁଟନ :

ଆରୋପିତ ଚାପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ ଏହି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ବସ୍ତୁର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟିଥାଏ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. (କ) ଉଦ୍‌ଜାନର ତରଳାଙ୍କ $-259°C$, ଏହି ଉକ୍ତିଟିର ଅର୍ଥ କ'ଣ ?
   (ଖ) ଅତି ଶୀତଳ କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଲେଖ ।

2. ଗଳନାଙ୍କ ଓ ହିମାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ଆରୋପିତ ଚାପ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଉପରେ କିପରି ପ୍ରଭାବ ପକାଇ ଥାଏ ?
   ଆରୋପିତ ଚାପ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ ଉପରେ ପ୍ରଭାବ ଦର୍ଶାଇବାକୁ ଯେଉଁ ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକୁ ପରିଗ୍ରହିତ କରଯାଏ, ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନ କର ।

3. (କ) ପୁନର୍ହିମାୟନର ଅର୍ଥ କ'ଣ ?
   (ଖ) ଦୁଇଟି ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଚାପି କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ରଖାଗଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଯୋଡ଼ିହୋଇଯାଇ ଗୋଟିଏ ବରଫ ଖଣ୍ଡରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ କାହିଁକି ?
   (ଗ) ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ? ଏଥିପାଇଁ ପରିଗ୍ରହିତ ହେଉଥିବା ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକ ସମ୍ପର୍କରେ ସଚିତ୍ର ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

4. (କ) ବରଫ ସହ ଲୁଣକୁ ମିଶାଇ ରଖି ଦିଆଗଲେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ$-23°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯାଏ କାହିଁକି ?
   (ଖ) ରେଫ୍ରିଜରେଟର୍ ଭିତରେ କେଉଁ କାରଣ ଯୋଗୁଁ ତାପମାତ୍ରା ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

5. (କ) ଗଳନର ନିୟମାବଳୀଗୁଡ଼ିକୁ ଲେଖ ।
   (ଖ) ବାଷ୍ପ ଓ ବାଷ୍ପୀକରଣ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ? କେଉଁ କେଉଁ ଉପାୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇଥାଏ ?
   (ଗ) ସ୍ଫୁଟନ ଓ ବାଷ୍ପନ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ କ'ଣ ?

6. କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପନର ହାର ଅଧିକ ହେବା ପାଇଁ କେଉଁ କେଉଁ ଅନୁକୂଳ ପରିସ୍ଥିତି ଆବଶ୍ୟକ ?

7. (କ) ଖରଦିନେ ବିଞ୍ଚିହେଲେ ବା ପଙ୍ଖାତଳେ ବସିଲେ ଆମେ କାହିଁକି ଆରାମ ଅନୁଭବ କରୁ ?
   (ଖ) ରାସ୍ତାରେ ଜଳ ସିଞ୍ଚନ କରଯିବା ପରେ ବାୟୁ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ କାହିଁକି ?
   (ଗ) ଉଷୁମ ପାଣିରେ ହାତ ବୁଡ଼ାଇ ସାରିବା ପରେ ହାତକୁ ବାୟୁରେ ଦେଖାଇଲେ ଆମେ ଥଣ୍ଡା ଅନୁଭବ କରୁ କାହିଁକି ? ଉଲ୍ଲିଖିତ ପରୀକ୍ଷାଟିରେ ଇଥର୍ ବ୍ୟବହାର କରଯାଇ ପରିଗ୍ରହିତ କରଗଲେ ଆମେ ଅଧିକ ଥଣ୍ଡା ଅନୁଭବ କରୁ କାହିଁକି ?
   (ଘ) ଖରଦିନେ ଆମେ ଘରର ଦୁଆର ଓ ଝରକାଗୁଡ଼ିକରେ ଖସଖସ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ଟାଣି ସେଗୁଡ଼ିକରେ ଜଳ ସିଞ୍ଚନ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଆରାମ ଅନୁଭବ କରିଥାଉ କାହିଁକି ?
   (ଙ) ଥର୍ମୋମିଟରର ନଳୀ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଓଦାକନା ଗୁଡ଼ାଇ ଦେଲେ ତା'ର ପଠନର ମୂଲ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଯାଏ କାହିଁକି ?

8. (କ) ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଏହାର ମୂଲ୍ୟ କେଉଁ କେଉଁ କାରଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ?
   (ଖ) କେଉଁ କାରଣ ଯୋଗୁଁ ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ପର୍ବତ ଉପରେ ଜଳ 100°C ଠାରୁ କମ ତାପମାତ୍ରାରେ ଫୁଟି ଥାଏ ?
   (ଗ) ଦୁଇଟି ସ୍ଥାନରେ ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ସେହି ସ୍ଥାନ ଦୁଇଟିର ଉଚ୍ଚତାର ପ୍ରାର୍ଥକ୍ୟ କିପରି ଜାଣିବ ?

9. ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାର କିପରି ପ୍ରମାଣ କରଯିବ ଯେ ଆରେପିତ ଗ୍ଚପ ବଢ଼ିଗଲେ ବା କମିଗଲେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ ବଢ଼ିଯାଏ ବା କମିଯାଏ ? ଚିତ୍ରସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

10. ତାପମାତ୍ରା ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କସହ ସମାନ ଥିବା ସମୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଆରେପିତ ଗ୍ଚପ ବାଷ୍ପଗ୍ଚପ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ଉକ୍ତିର ଅର୍ଥ କ'ଣ ? ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଏହି ଉକ୍ତିଟିର ସତ୍ୟାପନ କିପରି ଭବରେ କରଯାଏ ?

11. ରେନୌଁଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଆମେ କ'ଣ ଜାଣିପାରୁ ? ପରୀକ୍ଷାଟି ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

12. (କ) ସ୍ଫୁଟନର ନିୟମାବଳୀଗୁଡ଼ିକୁ ଲେଖ ।
    (ଖ) ପ୍ରେସର୍‌କୁକର୍ କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଏଥିରେ କିପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରଯାଏ ?
    (ଗ) ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନର ଅର୍ଥ କ'ଣ ? ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।
    (ଘ) କେତୋଟି ଉଦ୍‌ବାୟୀ ବସ୍ତୁର ନାମ ଲେଖ ।

ପଞ୍ଚତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

ବାଷ୍ପ ଓ ତା'ର ପ୍ରକୃତ

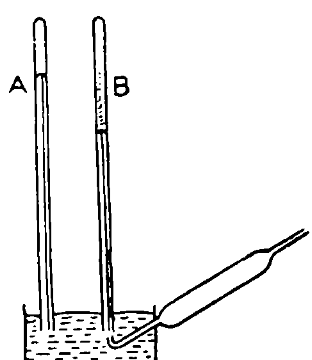
Vapour and its properties

35·1 ସଂତୃପ୍ତ ଓ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ (Saturated and unsaturated vapour) :

ସଂତୃପ୍ତ ଓ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପକୁ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପରୀକ୍ଷା କରଯାଇ-ପାରେ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟି ପାଇଁ ପ୍ରାୟ 1 ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ନଳୀ ନିଆଯାଏ । ଚିତ୍ରରେ ଏହି ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ A ଓ B ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ପ୍ରଥମେ ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ ବିଶୁଦ୍ଧ ଓ ଶୁଷ୍କ ପାରଦ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ପୂର୍ଣ୍ଣକରି ଦିଆଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାରଦ ଧାରିତ ନଳୀକୁ ଗୋଟିଏ ପାରଦ ପାତ୍ର ଭିତରେ ଓଲଟାଇ ରଖାଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀର ଖୋଲା ମୁହଁ ପାତ୍ରସ୍ଥ ପାରଦରେ ବୁଡ଼ିଯାଏ ଓ ନଳୀ ଦୁଇଟି ଭୂ-ଲମ୍ବ ଭାବରେ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର ହୋଇ ଥା'ନ୍ତି । ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କଲେ ଜଣାପଡ଼େ ଯେ ଉଭୟ ନଳୀରୁ ସମପରିମାଣ ପାରଦ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ ନିଷ୍କାସିତ ହୋଇଛି ଏବଂ ଉଭୟ ନଳୀର ଲମ୍ବଭାବରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରଯାଇ ପାରିବ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଟିଏ ପିପେଟ୍‌ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଉ । ଏହାର ଗୋଟିଆ ମୁହଁଟି ସିଧା ନ ହୋଇ ଚିତ୍ର ତୁଲ୍ୟ ବଙ୍କା ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରଥମେ ଏହି ପିପେଟଟିକୁ ଜଳଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଏହାର ବଙ୍କା ମୁହଁଟିକୁ B ନଳୀର ଖୋଲା ମୁହଁ ଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହାପରେ ପିପେଟ୍‌ର ଅନ୍ୟମୁହଁଟିକୁ ପାଟିରେ ପୂରାଇ ଫୁଙ୍କା ଯାଏ । ତଦ୍ୱାରା B ନଳୀ ଭିତରେ ସ୍ୱଳ୍ପ ପରିମାଣର ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରେ ଏବଂ ଏହି ଜଳ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରକୁ ଗଲି ଆସିବାକ୍ଷଣି ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ । ଏଣେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ତଳକୁ ଖସି ଆସେ । ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ଟରିସେଲୀୟ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନଟି ବର୍ତ୍ତମାନ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଏବଂ ଏହି ବାଷ୍ପ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ଚାପ ପକାଉଛି । ତେଣୁ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁଛି ।



(ଚିତ୍ର 212)

ଥରକୁଥର ସାମାନ୍ୟ ପରିମାଣର ଜଳ A ଓ B ନଳୀ ଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ସେହି ଜଳର

ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରଯାଏ । ଶେଷକୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ପୁନର୍ବାର ଜଳ ପ୍ରବେଶ କଲେ ଆଉ ତା'ର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁନାହିଁ ଏବଂ ଜଳ ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଜମି ରହୁଛି କିମ୍ବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁନାହିଁ । ବର୍ତ୍ତମାନ ନଳୀରେ ପାରଦର ପୃଷ୍ଠ ଉପରକୁ ଥିବା ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନଟି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଦ୍ୱାରା ସନ୍ତୃପ୍ତ ହୋଇ ଯାଇଛି ।

ଗୋଟିଏ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରି ପାତ୍ରର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବିହୀନ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ବାଷ୍ପ ସର୍ବଦା ସନ୍ତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ । ପାତ୍ରଟିରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥିତି ଦ୍ୱାରା ଜଣାଯାଏ ଯେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ ହେଉ ନାହିଁ । ଯେତିକି ପରିମାଣର ବାଷ୍ପୀକରଣ ହେବା କଥା, ତାହା ହୋଇ ଯାଇଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବିହୀନ ଅଂଶଟି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ସର୍ବାଧିକ ପରିମାଣର ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରି ପାରିଛି । ଏ ସର୍ବାଧିକ ବା ସୀମାନ୍ତ ପରିମାଣର ବାଷ୍ପକୁ **'ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ'** କୁହାଯାଏ । ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଯେଉଁ ପରିମାଣର ଚାପ ପକାଏ, ତାକୁ **ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ** (Saturated Vapour Pressure) କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ର 212 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା A ଓ B ନଳୀ ଦୁଇଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଗଲେ ଓ ଉଲ୍ଲିଖିତ ଭବେ ପରୀକ୍ଷା କଲେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳ ସଦୃଶ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଜନିତ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରି ହେବ । A ନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଓ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରୁଥିବା B ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପରେ ଉଭୟ ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦେବ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ପରୀକ୍ଷା କଲବେଳେ ଯେପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ B ନଳୀରେ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରି ତନ୍ନିହିତ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ଜଳ ଜମି ନ ଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରବେଶ କରଯାଉଥିବା ସମସ୍ତ ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁଥାଏ, ସେପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ B ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରକୁ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ସନ୍ତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇ ନ ଥାଏ । ଏ ସମୟରେ ପାତ୍ରରେ ଅବସ୍ଥାପିତ ଥିବା ବାଷ୍ପକୁ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହି ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଯେଉଁ ପରିମାଣର ଚାପ ପକାଇ ଥାଏ, ତାହାକୁ **ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ** (Unsaturated Vapour pressure) କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ର 212 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା A ଓ B ନଳୀ ଦୁଇଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ଉପରୋକ୍ତ ଭବେ ପରୀକ୍ଷା କଲେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳ ସଦୃଶ ଯେକୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ହେବ । A ନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଓ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିଥିବା B ନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପରେ ଉଭୟ ଉଚ୍ଚତାରେ ପ୍ରଭେଦର ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ ଦ୍ୱାରା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ଜଣା ପଡ଼େ ।

35·2 କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ବା ଅସଂତୃପ୍ତ ବୋଲି ଜାଣିବାର ଉପାୟ :

ମନେକର, କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନକୁ ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପ ଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ କରା ଯାଇଛି । ସେ ବାଷ୍ପ ସନ୍ତୃପ୍ତ କି ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ଜାଣିବାକୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ର ଭିତରକୁ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯାଉ ।

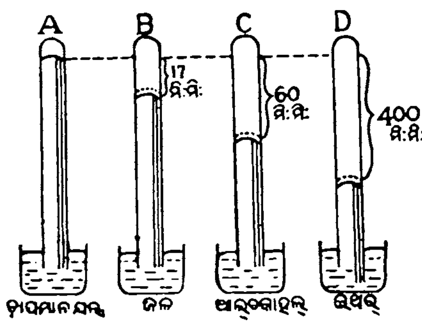
ଏହା ଦ୍ୱାରା ଯଦି ଦେଖାଯାଏ ଯେ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଇଥିବା ସମସ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଯାଉଛି, ତାହାହେଲେ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ବାଷ୍ପ ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି । ମାତ୍ର, ଯଦି ଏହି ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ପାତ୍ରରେ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ତାହା ବାଷ୍ପୀକରଣ ନ ହୋଇ ପାତ୍ରରେ ଜମିରହେ, ତାହାହେଲେ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅଟେ ।

ବାଷ୍ପର ଅବସ୍ଥା ସଂତୃପ୍ତ ବା ଅସଂତୃପ୍ତ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ଏକ ଉପାୟ ମଧ୍ୟ ଅବଲମ୍ବନ କରାଯାଏ । ବାଷ୍ପକୁ ରଖାଯାଇଥିବା ସ୍ଥାନର ଆୟତନକୁ ସାମାନ୍ୟ କମାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଯଦି ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ର ଭିତରେ ଥିବା ବାଷ୍ପର କିୟଦଂଶ ଘନୀକରଣ ହୋଇ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୁଏ, ତେବେ ଆବଦ୍ଧ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି । ମାତ୍ର, ଯଦି ଆବଦ୍ଧ ବାଷ୍ପର ଆୟତନରେ ସାମାନ୍ୟ ହ୍ରାସ ପରେ ମଧ୍ୟ ତାହାର ଘନୀକରଣ ଘଟୁଥିବାର ଆଦୌ ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ ନାହିଁ, ତାହା ହେଲେ ଆବଦ୍ଧ ବାଷ୍ପ ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି ।

ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଲକ୍ଷଣ (Characteristics of Saturated vapour) :

(1) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବିଭିନ୍ନ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ପରିମାଣ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଉଲ୍ଲିଖିତ ଉକ୍ତିଟିର ସତ୍ୟାପନ ପାଇଁ ଚାରୋଟି ସରଳ ବାରୋମିଟର ନିଆଯାଉ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀକୁ ଶୁଷ୍କ ଓ ବିଶୁଦ୍ଧ ପାରଦ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣରୂପେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଯାଉ । ଏହାପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀକୁ ଗୋଟିଏ ପାରଦଧାରିତ ପାତ୍ରରେ ଓଲଟାଇ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖାଯାଉ [ଚିତ୍ର 213 ଦେଖ] । ତଦ୍ୱାରା ଚାରୋଟିଯାକ ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହେଉଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ B ସୂଚିତ ନଳୀ ଭିତରକୁ ପିପେଟ୍ ଦ୍ୱାରା ଏପରି ଭାବରେ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଉ ଯେ ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଉପରକୁ ଥିବା ସ୍ଥାନଟି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇଯିବ । ଏହାଦ୍ୱାରା ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଜଳ ଜମି ରହୁଥିବାର ଦେଖାଯିବ । C ଓ D ନଳୀ ଭିତରକୁ ପିପେଟ୍‌ଦ୍ୱାରା ଯଥାକ୍ରମେ ଆଲ୍‌କହଲ୍ ବା ଇଥର୍ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯାଉ ଯେପରି ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଆଲ୍‌କହଲ ବା ଇଥର ବାଷ୍ପରେ ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇଯିବ । A ନଳୀର ପାରଦ



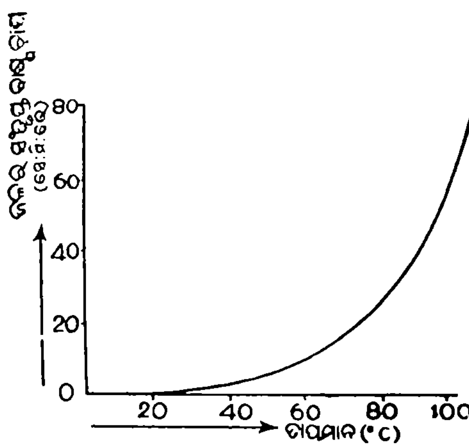
(ଚିତ୍ର 213)

ଭିତରକୁ କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଉ ନ ଥିବାରୁ ତାହା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ପରିମାଣକୁ ସୂଚାଇ ଦେବ । ବର୍ତ୍ତମାନ B, C ଓ D ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁଛି ଏବଂ ଏହି ହ୍ରାସର ପରିମାଣ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ନୁହେଁ । ଏଣୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଭିନ୍ନ ହୋଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ A ନଳୀସ୍ଥ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ

କରାଯାଉ ଏବଂ B, C ଓ D ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଉ । A ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଓ B ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାର ପ୍ରଭେଦ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ । ଏଭଳି ସଂତୃପ୍ତ ଆଲ୍‌କହଲୀୟ ବା ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବ । ଯଦି 20°C ତାପ ମାତ୍ରାରେ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇଥାଏ, ତେବେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ 17 ମିଲିମିଟର । ସଂତୃପ୍ତ ଆଲ୍‌କହଲୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ 60 ମିଲିମିଟର ଓ ସଂତୃପ୍ତ ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ 400 ମିଲିମିଟର ହେବ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବିଭିନ୍ନ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

(2) କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ତାପମାତ୍ରା ଅନୁସାରେ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ ।

ଏହି ଉକ୍ତିଟିର ସତ୍ୟାପନ ପାଇଁ A ନଳୀ ଏବଂ B, C ଓ D ମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ନଳୀ ନିଆଯାଉ । ମନେକର, ଏଥିପାଇଁ B ନଳୀଟିକୁ ନିଆଗଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପ୍ରଣାଳୀରେ ପରୀକ୍ଷା କରି କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ B ନଳୀରେ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ପାରଦ ଉପରିସ୍ଥ ସ୍ଥାନକୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ କରାଗଲା । ଏହି ସମୟରେ A ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଓ B ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପୂର୍ବକ ଉଭୟ ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଦେବା ଦ୍ୱାରା କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇ ପାରିବ । B ନଳୀର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ ତା ଚାରିପଟେ ଗୋଟିଏ ଗରମ ଫ୍ଲାନେଲ କନା ଗୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା B ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା କମିଯାଇଛି । ଫଳରେ A ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ଓ B ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହୋଇ ଯାଉଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ହେତୁ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହୋଇ ଯାଉଛି । ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଉ । ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧିରେ ବାଷ୍ପ ଚାପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଉ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପ ଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କଲେ ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧିରେ କୌଣସି ଏକ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ କିପରି ଭାବରେ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ, ତାହା ଚିତ୍ର 214ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ସ୍ପଷ୍ଟଭାବରେ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧିରେ ସଂତୃପ୍ତ



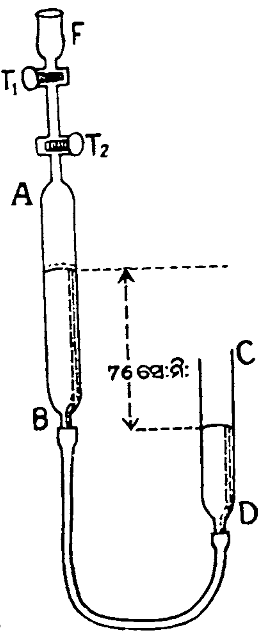
(ଚିତ୍ର 214)

ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଚାପ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ମାତ୍ର ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସରଳ ରୈଖିକ ନ ହୋଇ ବକ୍ର ହୋଇଥିବାରୁ ତାପମାତ୍ରା ଓ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ରୈଖିକ ସମ୍ପର୍କ (Linear relation) ନାହିଁ ବୋଲି ସୂଚିତ ହେଉଛି ।

(3) ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ଗ୍ୟାସୀୟ ନିୟମ ମାନେ ନାହିଁ ।

(କ) ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ :

ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ମାନେ ନାହିଁ । ତାହା ପ୍ରମାଣ ପାଇଁ ଚିତ୍ର 215 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଉପକରଣର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । AB ସୂଚିତ କାଚନଳୀକୁ, ଦୁଇଟି ବାୟୁରୋଧକ ଠିପି (T_1 ଓ T_2) ଯୁକ୍ତ ଗୋଟିଏ ସଙ୍କୀର୍ଣ୍ଣ କାଚନଳୀଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ କାଚ କାହାଳୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଦିଆଯାଏ । T_1 ଓ T_2 ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କାଚନଳୀର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଆୟତନର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ $\frac{1}{4}$ ଘନ ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ । AB ନଳୀର ନିମ୍ନାଂଶରେ ପାରଦ ରଖାଯାଇ ଥାଏ ଏବଂ ଏହି ନଳୀକୁ ଗୋଟିଏ ରବର ନଳୀଦ୍ୱାରା ଅନ୍ୟ ଏକ ନଳୀ (CD) ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଦିଆଯାଏ । ରବର ନଳୀ ଓ CD ନଳୀର କିୟଦଂଶରେ ପାରଦ ରହେ ।



(ଚିତ୍ର 215)

ପରୀକ୍ଷା ଆରମ୍ଭ ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଠିପି ଦୁଇଟିକୁ ଖୋଲି ରଖାଯାଏ ଏବଂ CD ନଳୀଟିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଉପରକୁ ଉଠାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ AB ନଳୀରେ ପାରଦ କ୍ରମଶଃ ଉପରକୁ ଉଠି ଉଠି T_1 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚାଲିଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା, AB ନଳୀ ଏବଂ T_1 ଓ T_2 ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସ୍ଥାନକୁ ବାୟୁଶୂନ୍ୟ କରାଯାଏ । ଏହା ପରେ T_1 ଠିପିଟିକୁ ବନ୍ଦ କରାଯାଏ ଏବଂ CD ନଳୀକୁ ଏପରି ଭାବରେ ତଳକୁ ଖସାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ AB ନଳୀ ଭିତରେ କିଛି ପରିମାଣର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ରହିଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା AB ଓ CD ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନକୁ ଗୋଟିଏ ଭୂଲମ୍ବ ସ୍କେଲରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହି ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭଦ୍ୱୟର ପତନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ (76 ସେ:ମି: ବୋଲି ମନେକରାଯାଉ ।) ସୂଚାଇଦିଏ ।

ଏହାପରେ T_1 ଠିପିକୁ ବନ୍ଦ କରାଯାଏ ଓ T_2 ଠିପିକୁ ଖୋଲିଦିଆଯାଏ । ଯେଉଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ ପୂର୍ବକ ତତ୍ ସଂଜାତ ବାଷ୍ପର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବାର କଥା, ତାକୁ କାହାଳୀ ଭିତରେ ଢ଼ାଳି ଦିଆଯାଏ । କାହାଳୀଟି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଗଲେ T_1 ଠିପିକୁ ବନ୍ଦ କରି ଦିଆଯାଏ ଓ T_2 ଠିପିକୁ ଖୋଲି ଦିଆଯାଏ । T_2 ଠିପିକୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଏପରିଭାବରେ ଖୋଲି ଦିଆଯାଏ ଯେ AB ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଜଳ ଥପ୍ ଥପ୍ ହୋଇ ପଡ଼େ ଏବଂ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇଯାଏ । ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ବାଷ୍ପୀକରଣ ନ ହୋଇ କିଛି ପରିମାଣର ଜଳ ଜମିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ T_2 ଠିପିକୁ ଖୋଲି ରଖାଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶଠାରୁ T_2 ଠିପି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନଟି ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପରେ ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ । AB ନଳୀ ଭିତରକୁ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ପକାଯାଉଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ AB ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା କମି କମି ଯାଉଛି ଓ CD ନଳୀ ଭିତରେ ଏହାର ପତନ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି ଏବଂ ଶେଷକୁ ଉଭୟ ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ

ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ରହୁଛି । ଏତେବେଳେ ବାଷ୍ପଚାପ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ସହ ସମାନ ହୋଇ ଯାଉଛି ବୋଲି ଜଣାପଡ଼େ ।

ଏହି ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପରେ AB ଓ CD ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ CD ନଳୀକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଉପରକୁ ଉଠାଇଦେଲେ ବା ତଳକୁ ଖସାଇଦେଲେ AB ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ବାଷ୍ପର ଆୟତନ ଯଥାକ୍ରମେ କମିଯାଏ ବା ବଢ଼ିଯାଏ । ମାତ୍ର ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଉଭୟ ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ପୂର୍ବବତ୍ ସମାନ ରହିଛି । ତେଣୁ ଏ ପରୀକ୍ଷାରୁ ସୁସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନରେ ହ୍ରାସ ବା ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ଦ୍ୱାରା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନରେ ହ୍ରାସ ବା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ତା'ର ଚାପରେ ଯଥାକ୍ରମେ ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ଘଟିବା ଆବଶ୍ୟକ । ତେଣୁ **ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ମାନେ ନାହିଁ ।**

ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ମାନୁ ନ ଥିବାର ଦେଖାଇ ଦେବା ପାଇଁ ପୁନଶ୍ଚ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପରୀକ୍ଷା ମଧ୍ୟ କରାଯାଏ ।

ଏଥିପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ କେତୋଟି ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ର ନଳୀ ନିଆଯାଏ । ଏହି ନଳୀଗୁଡ଼ିକୁ ଶୁଷ୍କ ଓ ବିଶୁଦ୍ଧ ପାରଦଦ୍ୱାରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ନଳୀଗୁଡ଼ିକୁ ଗୋଟିଏ ପାରଦ ଧାରିତ ପାତ୍ରରେ ଭୂଲମ୍ବ ଭାବରେ ଓଲଟାଇ ରଖାଯାଏ । ଏପରି କରିଦେବା ଦ୍ୱାରା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସମସ୍ତ ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହେଉଛି । ମାତ୍ର ନଳୀଗୁଡ଼ିକ ଭିତରେ ସୃଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ଟରିସେଲୀୟ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନର ଆୟତନ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଭିନ୍ନ ହୋଇଛି । ତତ୍‌ପରେ ଗୋଟିଏ ନଳୀକୁ ଛାଡ଼ି ଅନ୍ୟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନଳୀ ଭିତରକୁ କିଛି ପରିମାଣର ଜଳ ପିପେଟ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏପରି ଭାବରେ ପୂରାଯାଏ ଯେ ତହିଁରେ ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଉପରକୁ ଥିବା ସ୍ଥାନଟି ଜଳୀୟବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । କେବଳ ଗୋଟିଏ ନଳୀକୁ ପାରଦ ବାରୋମିଟର ଯନ୍ତ୍ର ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯିବା ଲାଗି ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଏ ନାହିଁ । ଏପରି କରିବା ପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଧାରିତ ସମସ୍ତ ନଳୀଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତାରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁଛି ଏବଂ ଏହି ହ୍ରାସର ପରିମାଣ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହେଉଛି । ମାତ୍ର ସମସ୍ତ ନଳୀ ଭିତରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନ ପରସ୍ପର ଠାରୁ ଭିନ୍ନ । ତେଣୁ ଏହି ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା ଯେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ମାନେ ନାହିଁ ।

(ଖ) ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ :

ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାର୍ଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ମାନେ ନାହିଁ । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ରତି ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମଟିକୁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ କରିବାକୁ ହେଲେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ସମୟରେ ତାହାର ଚାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିବା ବିଧେୟ । ମାତ୍ର ସଂତୃପ୍ତ, ବାଷ୍ପ ସମ୍ପର୍କରେ ପରୀକ୍ଷା କରି ଜଣାଯାଇଛି ଯେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ବଢ଼ିଯାଏ । ତେଣ, ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ସମୟରେ ଏହାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ଏଣୁ ଏଠାରେ ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମଟି ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ହୋଇ ପାରିବ ନାହିଁ ।

(4) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତବାଷ୍ପ ଚାପ ବାୟୁ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ଅବଶ୍ୟ ଏପରି ଘଟିବାପାଇଁ ବାଷ୍ପ ଓ ତା ସହିତ ମିଶି ରହିଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ନ ଘଟିବା ବିଧେୟ ।

ଚିତ୍ର 215 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା ଉଲ୍ଲିଖିତ ଉକ୍ତିର ସତ୍ୟାପନ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଭାବେ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା ପାଇଁ CD ନଳୀକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଉପରକୁ ଉଠାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ AB ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦ T_1 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉପରକୁ ଚାଲିଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ, କାହାଳୀ ଭିତରେ କିଛି ପରିମାଣର ଇଥର୍ ରଖି ଦିଆଯାଏ । T_1 ଓ T_2 ଠିପି ଦୁଇଟିକୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଭାବରେ ଥରକୁ ଥର ଖୋଲି ଓ ବନ୍ଦକରି CD ନଳୀଟିକୁ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଖସାଇ ଇଥର୍‌କୁ AB ନଳୀ ଭିତରକୁ ଅଣାଯାଏ । AB ନଳୀର ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରିବା ପରେ ଏହି ଇଥର୍ ବାଷ୍ପୀକରଣ ହୋଇଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଇଥର୍‌ର ଆଉ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁନାହିଁ ଓ କିଛି ପରିମାଣର ଇଥର୍ AB ନଳୀର ପାରଦର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଜମି ଯାଉଛି, ସେତେବେଳେ ଇଥର୍‌କୁ ନଳୀ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇବା କାର୍ଯ୍ୟ ବନ୍ଦ ରଖାଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ T_1 ଓ T_2 ଠିପି ଦୁଇଟିକୁ ବନ୍ଦକରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ସଂତୃପ୍ତ ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହାପରେ AB ନଳୀଭିତରୁ ଇଥର୍‌କୁ କାଢ଼ି ନିଆଯାଏ ଏବଂ ଏହି ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦକୁ ଓ ନଳୀଭିତର କାଛଗୁଡ଼ିକୁ ଶୁଷ୍କ କରାଯାଏ । ଫଳରେ ଏହି ଉପକରଣଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଉ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇ ପାରେ ।

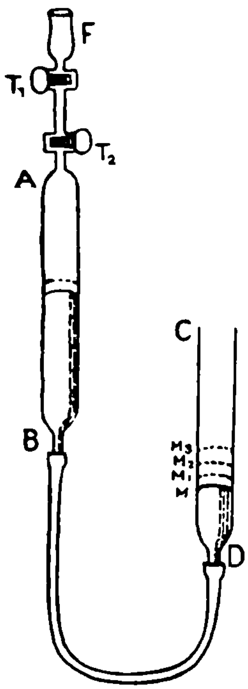
ଦ୍ୱିତୀୟ ପରୀକ୍ଷା ଆରମ୍ଭ କଲା ପରେ AB ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦବିହୀନ ସ୍ଥାନରେ ବାୟୁ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ AB ଓ CD ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପଉନ ସମାନ ରଖାଯାଇଥାଏ । AB ନଳୀଭିତରକୁ ବାୟବୀୟ ଚାପରେ ବାୟୁ ପୂରାଯାଏ । ଉଲ୍ଲିଖିତ ପଦ୍ଧତି ଅନୁସରଣ କରି T_1 ଓ T_2 ଠିପି ଦୁଇଟିକୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଭାବରେ ଖୋଲାଯାଇ ଓ ବନ୍ଦ କରାଯାଇ AB ନଳୀଭିତରକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଇଥର୍ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ ଏହି ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଉପରେ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ଇଥର୍ ଜମି ରହେ । ଫଳରେ ଜଣାଗଲା ଯେ AB ନଳୀର ପାରଦବିହୀନ ଅଂଶରେ ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି ଏବଂ ଏହି ବାଷ୍ପ ସହିତ କିଛି ପରିମାଣର ବାୟୁମିଶି ରହିଛି । ତପରେ CD ନଳୀକୁ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଉପରକୁ ଉଠାଇ ଏପରି ଏକ ସ୍ଥାନରେ ରଖିଦିଆଯାଏ ଯେ AB ନଳୀଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପଉନ ତା'ର ପୂର୍ବାବସ୍ଥାକୁ ଗଡ଼ିଆସେ । ଏତଦ୍ୱାରା AB ନଳୀଭିତରେ ପାରଦର ପୃଷ୍ଠ ଉପରକୁ ଥିବା ସ୍ଥାନର ଆୟତନ ତା'ର ପୂର୍ବ ଆୟତନ ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ । AB ଓ CD ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପଉନକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲାପରେ ସଂତୃପ୍ତ ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ପ୍ରଥମ ପରୀକ୍ଷାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଥିବା ବିଶୁଦ୍ଧ ଇଥର୍‌ର ସଂତୃପ୍ତବାଷ୍ପ ଚାପ ଦ୍ୱିତୀୟ ପରୀକ୍ଷାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ବାୟୁ ମିଶ୍ରିତ ଇଥର୍‌ର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ସହ ସମାନ ହେଉଛି । ବାୟୁଭଳି ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପରେ ପରୀକ୍ଷାକରି ଅନୁରୂପ ଫଳାଫଳ ମିଳିଥାଏ । ତେଣୁ ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଜଣାଗଲା ଯେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପରେ ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ ।

ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଲକ୍ଷଣ :

ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଗ୍ୟାସୀୟ ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ମାନିଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଓ ଚାର୍ଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ମାନିଥାଏ ।

ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ :

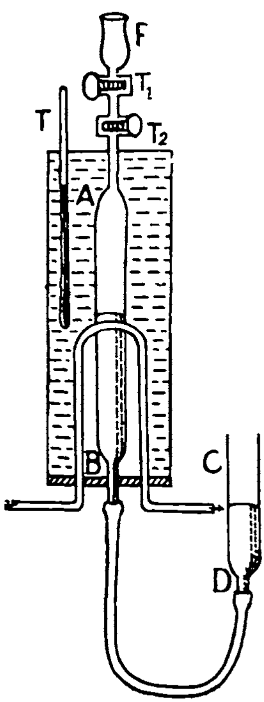
ଉପକରଣର ବର୍ଣ୍ଣନା ଓ ପ୍ରୟୋଗ ବିଧି ସମ୍ପର୍କରେ ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି । AB ନଳୀଭିତରେ ଥିବା ପାରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ପ୍ରଥମେ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥରୁ କିଛି ରଖାଯାଏ । ଏପରି କରାଯିବା ପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ତାହା ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଯାଉଛି । ତେଣୁ, AB ନଳୀର ପାରଦବିହୀନ ସ୍ଥାନଟି ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ପାରଦ ଉପରେ କେତେ ପରିମାଣର ଚାପ ପକାଉଛି ଜାଣିବା ସକାଶେ CD ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରାଯାଏ । CD ନଳୀଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ତା'ର ପୂର୍ବ ଅବସ୍ଥାନଠାରୁ (M) ଯେତିକି ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ (M_1), ତାହାକୁ (MM_1) ମାପିଦେବା ଦ୍ୱାରା କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିଶ୍ଚିତ ହୋଇଯାଏ । ଏହାପରେ CD ନଳୀଟିକୁ ଇଚ୍ଛା ମୁତାବକ ଉପରକୁ ଉଠାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା AB ନଳୀଭିତରେ ଥିବା ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନ କମିଯାଏ । ତେଣୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବା ଯୋଗୁଁ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ପକାଉଥିବା ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାଲାଗି CD ନଳୀଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ପ୍ରତି ଲକ୍ଷ୍ୟକଲେ ଜଣାପଡ଼େ ଯେ ତାହାର ଅବସ୍ଥିତି ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ବଦଳିଯାଇଛି । ମନେକର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ M_2 ଠାରେ ଅବସ୍ଥାନ କରୁଛି । ତେଣୁ ଉପସ୍ଥିତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ MM_2 ଦୂରତାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ପାରୁଛି । ତପରେ CD ନଳୀର ଅବସ୍ଥିତିରେ ବାରମ୍ବାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର MM_1 ଓ MM_2 ସଦୃଶ MM_3, MM_4 ଇତ୍ୟାଦି ଦୂରତାଗୁଡ଼ିକୁ ମପାଯାଇ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ସମସ୍ତ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକୁ ଏରୂପେ ନେଇ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନ ମଧ୍ୟ AB ନଳୀର ଅଂଶାଙ୍କିତ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ପରୀକ୍ଷାପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନକୁ ଅନୁରୂପ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ସହ ଗୁଣି ଦିଆଯାଏ । ଶେଷକୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ସମସ୍ତ ଗୁଣଫଳ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହେଉଛନ୍ତି । ଅର୍ଥାତ୍ ପରୀକ୍ଷା କରି ଜାଣିହେଉଛି ଯେ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନ ଯେତେ କମିଯାଏ ଚାପ ତଦନୁଯାୟୀ ବଢ଼ିଯାଏ । ତେଣୁ ଆୟତନ ଓ ଚାପର ଗୁଣଫଳ ସର୍ବଦା ସମାନ ରହେ । ଏହାହିଁ ହେଉଛି ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ । ଏଣୁ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମଟିକୁ ମାନିଥାଏ । CD ନଳୀଟିକୁ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଖସାଇ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ ନେଇ ମଧ୍ୟ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ CD ନଳୀକୁ ତଳକୁ ଖସାଇବା ଦ୍ୱାରା AB ନଳୀଭିତରେ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ଯାଏ । ଆୟତନ ଓ ଅନୁରୂପ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ଚାପ (ଅର୍ଥାତ୍, M ଠାରୁ CD ନଳୀଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଯେତିକି ତଳକୁ ଖସିଥାଏ) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ଉଭୟଙ୍କର ଗୁଣଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ପରିଶେଷରେ ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ସମସ୍ତ ଗୁଣଫଳ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୁଏ ।



(ଚିତ୍ର 216)

ଏଥିରୁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା ଯେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ମାନିଥାଏ । CD ନଳୀଟିକୁ ମନ ଇଚ୍ଛା ତଳକୁ ଖସାଯାଇ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ କରାଯିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । କାରଣ, CD ନଳୀଟିକୁ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଖସାଇ ଦେବା ପରେ ଏପରି ଏକ ଅବସ୍ଥା ଉପନୀତ ହୁଏ ଯେ AB ନଳୀର ପାରଦବିହୀନ ସ୍ଥାନର ଆୟତନ ଅତ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଦ୍ଧିଯିବା ଦ୍ୱାରା ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାଷ୍ପ ଘନୀକରଣ ହୋଇଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ଏହାପରେ CD ନଳୀଟିକୁ ଆଉ ତଳକୁ ଖସାଇଲେ ବାଷ୍ପ ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ଘନୀକରଣ ହୋଇଯାଏ ଓ AB ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଜମିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । AB ନଳୀ ଭିତରେ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ପରେ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଆବଦ୍ଧ ବାଷ୍ପ ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରୁ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାକୁ ଚାଲି ଆସିଛି । ଏଣୁ CD ନଳୀକୁ ଯେତେ ତଳକୁ ଖସାଇଲେ ମଧ୍ୟ AB ଓ CD ନଳୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପଉନ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ପରିମାଣ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି । ଅର୍ଥାତ୍, କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ ମଧ୍ୟ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ କ୍ରମଶଃ କମିଯିବା ପରିବର୍ତ୍ତେ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିଛି । ତେଣୁ, ଏହି ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଜଣାଗଲା ଯେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ସଦୃଶ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମଟିକୁ ମାନିଥାଏ । ମାତ୍ର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ନାହିଁ ।

ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ :



(ଚିତ୍ର 217)

ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରୁଥିବାର ଦର୍ଶାଇଦେବା ସକାଶେ ପୂର୍ବରୁ ଚିତ୍ର 215 ବା ଚିତ୍ର 216 ରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ଉପକରଣଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଏଠାରେ AB ନଳୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଜଳ ଧାରିତ ପାତ୍ରରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖାଯାଏ । AB ନଳୀର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଜଳ ଧାରିତ ପାତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ବଙ୍କା ତମ୍ବା U-ନଳୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ ଦିଆଯାଏ । ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ମାପିବା ସକାଶେ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ [ଚିତ୍ର 217 ଦେଖ] ।

T_1 ଓ T_2 ଠିପି ଦୁଇଟି ବନ୍ଦ ଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ କାହାଳୀଟିକୁ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ଠିପି ଦୁଇଟିକୁ ଉପଯୁକ୍ତ ଭାବରେ ଖୋଲଯାଇ ଓ ବନ୍ଦ କରାଯାଇ AB ନଳୀର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପକାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ଦେଖାଯାଏ ଯେ ପକାଯାଉଥିବା ତରଳ ବସ୍ତୁର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁଛି । ଏପରି ଭାବରେ AB ନଳୀର ପାରଦ ବିହୀନ ଅଂଶଟି ଅସଂତୃପ୍ତବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିଥାଏ । ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର

ଉପସ୍ଥିତି ଯୋଗୁଁ AB ନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ତଳକୁ ଖସି ଯାଏ । ଆଗରୁ AB ଓ CD ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭଦ୍ୱୟର ପତନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ଥାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଧାରିତ AB ନଳୀ ଓ CD ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଦ୍ୱୟର ପତନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଉଚ୍ଚତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହି ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଉଚ୍ଚତାଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ଏ ପରିସ୍ଥିତିରେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ । ଏପରି ଭାବରେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ ।

ଏହାପରେ ବଙ୍କା ତମ୍ବା ନଳ ଭିତରେ ବାଷ୍ପର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ ପାତ୍ର ଭିତରେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ପ୍ରାୟ 5°C ଅଧିକ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଜଳ ଧାରିତ ପାତ୍ରର ତାପମାତ୍ରାକୁ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ CD ନଳୀକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଉପର ତଳ କରି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ରଖିଦିଆଯାଏ ଯେ AB ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ତା'ର ପୂର୍ବ ଅବସ୍ଥିତିକୁ ଚାଲିଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ତାପମାତ୍ରା କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ 5°C ଅଧିକ ଥିବା ସମୟରେ ମଧ୍ୟ AB ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ, AB ଓ CD ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । AB ନଳୀ ଭିତରକୁ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ପୂରାଇ ଦିଆଯିବା ପୂର୍ବରୁ AB ଓ CD ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ଆଗରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଦୂରତା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ଏ ପରିସ୍ଥିତିରେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ । ଏରୂପେ ତାପମାତ୍ରା କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ 5°C ଅଧିକ ଥିବା ସମୟରେ ଆୟତନର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ପଦ୍ଧତି ଅବଲମ୍ବନ କରାଯାଇ ତାପମାତ୍ରାକୁ 5°C ଲେଖାଏଁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । ପରିଶେଷରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ଚାର୍ଲସଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ଏପରି ଭାବରେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଜଣାପଡ଼େ ଯେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଚାର୍ଲସଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାଏ ।

ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରାକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆ ନ ଯାଇ ଯଦି କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କ୍ରମଶଃ କମାଇ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ ମଧ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାକରି ଦେଖାଯାଏ ଯେ AB ନଳୀଭିତରେ ଥିବା ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ଚାର୍ଲସଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ କମି କମି ଯାଉଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନିଆଯାଇଥିବା ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ଯଦି ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସରଳ ରୈଖିକ ହେଉଛି ।

ଏଠାରେ ଭଲଭାବରେ ବୁଝିବାର କଥା ଯେ ତାପମାତ୍ରାକୁ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ, AB ନଳୀଭିତରେ ମୂଳରୁ ନିଆଯାଇଥିବା ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ସର୍ବଦା/ସେହି ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଯିବ; ଏହା କଦାପି ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ

ହୋଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ତାପମାତ୍ରାକୁ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କ୍ରମଶଃ କମାଇ ଦିଆଗଲେ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଏପରି ଏକ ଅବସ୍ଥା ଉପୁଯିବ ଯେ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ତରଳୀକରଣ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଯିବ । ତଦ୍ୱାରା ଜାଣିହୁଏ ଯେ AB ନଳୀଭିତରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଅସନ୍ତୃପ୍ତବାଷ୍ପ ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଯୋଗୁଁ ଏ ପରିସ୍ଥିତିରେ ସନ୍ତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇ ଯାଇଛି । ଏହାପରେ ଯଦି ତାପମାତ୍ରାରେ କ୍ରମହ୍ରାସ ଘଟାଯାଇ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନ୍ତରାଳରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ଚାର୍ଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ କମିଯାଉ ନାହିଁ । ଏହି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ଯଦି ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ମଧ୍ୟ ସରଳ ରୈଖିକ ହେଉନାହିଁ । ତେଣୁ, ଏପରି ଏକ ପରୀକ୍ଷା ପରିଚାଳିତ କରି ଜାଣି ହୁଏ ଯେ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାର୍ଲ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାଏ, ମାତ୍ର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାର୍ଲସଙ୍କ ନିୟମ ମାନେ ନାହିଁ ।

35·3 ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଓ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ :

(1) ଯଦି କୌଣସି ଏକ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଓ ତା'ର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଯୋଗୁଁ ଜାତ ହେଉଥିବା ବାଷ୍ପ ଉଭୟେ ଏକତ୍ର ଅବସ୍ଥାନ କରିଥାନ୍ତି, ତାହାହେଲେ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନ ଭିତରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଉପରି ଭାଗରେ ରହିଥିବା ବାଷ୍ପକୁ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ କୁହାଯାଏ । ତତ୍‌କାଳୀନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ବାଷ୍ପ ପକାଉଥିବା ଚାପ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥାଏ । ଏହାକୁ ଉକ୍ତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ କହନ୍ତି ।

ଯଦି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ କୌଣସି ଏକ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନ କେବଳ ତା'ର ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଥାଏ ଓ ତହିଁରେ ଉକ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ରହି ନ ଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ବାଷ୍ପ ଅସଂତୃପ୍ତ ବା ଠିକ୍ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଇପାରେ । ଏହି ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନଟିର ଆୟତନରେ ଅତି ସାମାନ୍ୟ ହ୍ରାସ ଘଟାଇଦେବାଦ୍ୱାରା ଯଦି ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ବାଷ୍ପର କିୟଦଂଶ ଘନୀକରଣ ହୋଇ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ ତତ୍‌କାଳୀନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି । ମାତ୍ର, ଯଦି ଆୟତନରେ ଅତି ସାମାନ୍ୟ ହ୍ରାସ ଘଟାଇବା ଦ୍ୱାରା ଏପରି ଘଟେ ନାହିଁ, ତାହାହେଲେ ଆମେ କହିଥାଉ ଯେ ତତ୍‌କାଳୀନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାଷ୍ପ ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି ।

(2) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଦିଆଗଲେ ତାର ଚାପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଯାଏ । ମାତ୍ର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଦିଆଗଲେ ତା'ର ଚାପର ପରିମାଣ ଆଦୌ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ନାହିଁ । କେବଳ ଆୟତନରେ ହ୍ରାସ ବା ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ଦ୍ୱାରା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତା'ର ଘନୀକରଣ ବା ବାଷ୍ପୀକରଣର ମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ । ତେଣୁ, ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ନାହିଁ ।

(3) ଆୟତନର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଚାପ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ଅନୁଯାୟୀ ଯଥାକ୍ରମେ ବଢ଼ି ଯାଏ ବା କମି ଯାଏ । ମାତ୍ର, ଏହି ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ଚାର୍ଲସଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ଘଟି ନ ଥାଏ । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କଲେ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସରଳ ରୈଖିକ ହୁଏ ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ, ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପରଚାପ ତାପମାତ୍ରା ଅନୁସାରେ ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଅଙ୍କିତ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସରଳ ରୈଖିକ ହୋଇଥାଏ ।

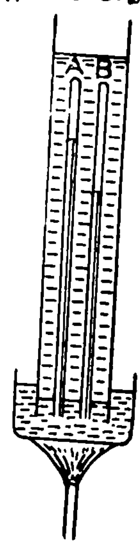
35·4 ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ ଜଳୀୟ ଚାପ (acqueous tension) କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳୀୟ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ବିଭିନ୍ନ ପଦ୍ଧତି ଅନୁସୃତ ହୋଇଥାଏ ।

0°C ଠାରୁ 100°C ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳର ଜଳୀୟ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି :

ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜନ୍ ଡାଲ୍‌ଟନ୍ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉପାୟରେ ସର୍ବପ୍ରଥମେ 0°C ଠାରୁ 100°C ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ବା ଜଳୀୟ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥିଲେ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପରିଚାଳିତ କରିବା ପାଇଁ ସମଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ରର ନଳୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ ପ୍ରଥମେ ବିଶୁଦ୍ଧ ଓ ଶୁଷ୍କ ପାରଦଦ୍ୱାରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ । ଗୋଟିଏ କଚା-ଲୁହାଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ପାତ୍ର ଭିତରେ କିଛି ପରିମାଣର ପାରଦ ରଖାଯାଏ । ଉପରୋକ୍ତ ପାରଦ ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ ଏହି ପାରଦ ଧାରିତ ଲୌହ ପାତ୍ର ଭିତରେ ଓଲଟାଇ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । (ଚିତ୍ର 217)ରେ ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ A ଓ B ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । A ନଳୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟର ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । B ନଳୀ ଭିତରକୁ ଗୋଟିଏ ପିପେଟ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଇ ପାରଦ ଉପରିସ୍ଥ ସ୍ଥାନରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ସ୍ଥାପନା କରାଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ A ନଳୀ ଓ B ନଳୀରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭ ଦ୍ୱୟର ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହା କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ସୂଚାଇ ଦିଏ । ତତ୍‌ପରେ, ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି ଦୁଇଟି ନଳୀକୁ ଗୋଟିଏ ଜଳଧାରିତ ପାତ୍ରରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । କଚା ଲୁହାଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ (ଚିତ୍ର 218) ହୋଇଥିବା ପାରଦ ଧାରିତ ପାତ୍ରଟିକୁ ଗୋଟିଏ ମୁଦି-ଜ୍ୱାଳକ (ring-burner) ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ । ପାତ୍ରଟିରେ ଥିବା ସମୁଦାୟ ଜଳକୁ ସମପରିମାଣରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବା



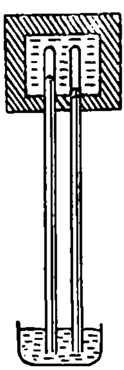
ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ମନ୍ଥକ ଦ୍ୱାରା ଭଲଭାବରେ ମନ୍ଥନ କରାଯାଏ (ଏବଂ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ)। 0°C ଠାରୁ 100°C ମଧ୍ୟରେ ପାତ୍ର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଯେକୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇ A ଓ B ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭଦ୍ୱୟର ଉଚ୍ଚତାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ। ଏପରି ଭାବରେ ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ। ତାପମାତ୍ରାକୁ ଏପରି ଭାବରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ କରାଯାଇ ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ପାଇଁ ଅନୁରୂପ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ।

ମାତ୍ର ନିମ୍ନଲିଖିତ କାରଣଗୁଡ଼ିକ ଯୋଗୁଁ ଏହି ପଦ୍ଧତିଦ୍ୱାରା ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ଦ୍ୱାରା ସଠିକ ଫଳ ମିଳେ ନାହିଁ।

(i) ପାତ୍ରରେ ଥିବା ସମୁଦାୟ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସମାନ ରଖାଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ ନାହିଁ।

(ii) ଜଳଧାରିତ ପାତ୍ରଟିର କାନ୍ଥ ଭିତର ଦେଇ A ଓ B ନଳୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ପ୍ରତି ନଜର ପକାଇବାକୁ ପଡ଼ୁଥିବାରୁ, ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭଦ୍ୱୟର ପତନର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ।

ରେନାଁଙ୍କ ପଦ୍ଧତି :



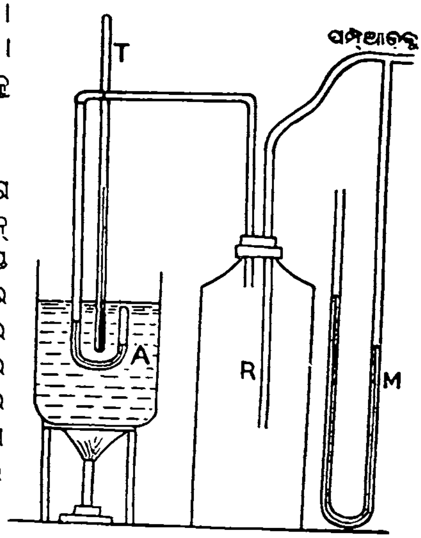
(ଚିତ୍ର 219)

ଏହି ଉପକରଣଟିରେ ନଳୀଦ୍ୱୟର କେବଳ ଉପରିଭାଗକୁ ଗୋଟିଏ ଜଳଧାରିତ ବାକ୍ସ (C) ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରାଯାଏ। [ଚିତ୍ର 219 ଦେଖ।] ବାକ୍ସଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇ ଥାଏ; ମାତ୍ର ତା'ର ସମ୍ମୁଖ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ କାନ୍ଥଟିରେ ଗୋଟିଏ କାଚ ଦ୍ୱାର ଲାଗିଥାଏ। ଏହି କାଚ ଦ୍ୱାର ବାଟେ ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରି ଉଭୟ ନଳୀ ମଧ୍ୟସ୍ଥ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଅନାୟାସରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ। ଏହି ବାକ୍ସ ଭିତରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଆବଶ୍ୟକ ପରିମାଣରେ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ଲାଗି ଜ୍ୱାଳକଟିକୁ ଇଚ୍ଛାନୁଯାୟୀ ବାକ୍ସର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ବା ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ କରାଯିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ। ଠିକ୍ ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁରୂପ ଯେକୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଉଭୟ ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭଦ୍ୱୟର ଉଚ୍ଚତାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ।

100°C ଠାରୁ ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଜଳର ଜଳୀୟ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଏଥିପାଇଁ (ଚିତ୍ର 220)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଉପକରଣଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ। ଏଠାରେ A ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ବଙ୍କା କାଚନଳୀ। ଏହାର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ କିଛି ପରିମାଣର ପାରଦ ନିଆଯାଇଥାଏ। ମାତ୍ର, କ୍ଷୁଦ୍ରତର ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀଟିରେ ପାରଦର ଉପରିଭାଗରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ରଖାଯାଇଥାଏ। ଏହାର ବୃହତ୍ତର ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ

ବାୟୁ ଭଣ୍ଡାର (R) ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଏ । ଏହି ବାୟୁ ଭଣ୍ଡାରଟିକୁ କାଚନଳୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଚାପକ ପମ୍ପ (Compression Pump) ଓ ଗୋଟିଏ ମାନୋମିଟର୍ (M) ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଏ । ପାଇରେକ୍ସ କାଚଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଗୋଟିଏ କାଚ ପାତ୍ରରେ କିଛି ଗ୍ଲିସରିନ୍ ନିଆଯାଏ ଓ A ନଳୀଟିକୁ ଏହି ଗ୍ଲିସରିନ୍‌ରେ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ତୁଲ୍ୟ ବୁଡ଼ାଇ ରଖାଯାଏ । ଗ୍ଲିସରିନ୍‌ର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ହେଉଛି 290°C । ତତ୍‌ପରେ, ଗ୍ଲିସରିନ୍ ଧାରିତ ବିକର୍‌ଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଜ୍ୱାଳକ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 220)

ପ୍ରଥମେ ପମ୍ପଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କରା ନ ଯାଇ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପରେ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ଧାରିତ ପାତ୍ରଟିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ଦିଆଯାଏ ଯେ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସମାନ ଉଚ୍ଚତାରେ ରହେ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ଲିସରିନ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର (T) ସାହାଯ୍ୟରେ ମପା ଯାଏ । ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଜାଣି ହୁଏ ଯେ ଏହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସହିତ ସମାନ ହୋଇଛି । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଥିବା ପାରଦ ବାରୋମିଟରରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ତତ୍‌ପରେ ଚାପକ ପମ୍ପଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ଏବଂ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ଧାରିତ ପାତ୍ରର ତାପମାତ୍ରାକୁ 5°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ, ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ କ୍ଷୁଦ୍ରତର ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ତଳକୁ ଖସିଯାଇଛି । ତତ୍‌ପରେ, ବାୟୁ ଭଣ୍ଡାରରେ ଥିବା ବାୟୁ ଉପରେ ଚାପକ ପମ୍ପଦ୍ୱାରା ଏପରି ଭାବରେ ଚାପ ପକାଯାଏ ଯେ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ତଥା ସମାନ ଉଚ୍ଚତାରେ ଅବସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି । ସେତେବେଳେ ମାନୋମିଟର୍ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରି, ମାନୋମିଟର୍‌ର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପତନଦ୍ୱୟର ଉଚ୍ଚତାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହି ଉଚ୍ଚତାକୁ ପାରଦ ଚାପମାନ ଯନ୍ତ୍ରରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ସହ ଯୋଗକରି ଉକ୍ତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ଏହାପରେ ଗ୍ଲିସରିନ୍ ଧାରିତ ପାତ୍ରର ତାପମାତ୍ରାକୁ 100°C ଠାରୁ ପ୍ରତି 5°C ଅନ୍ତରରେ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଏ ରୂପେ ଅନୁରୂପ ତାପମାତ୍ରା ପାଇଁ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିଦ୍ୱାରା ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ସୁବିଧାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ଥାଏ ।

ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳୀୟ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ :

ତାପମାତ୍ରା (°C)	ଜଳୀୟ ଚାପ (ମି: ମି:)	ତାପମାତ୍ରା (°C)	ଜଳୀୟ ଚାପ (ମି: ମି:)	ତାପମାତ୍ରା (°C)	ଜଳୀୟ ଚାପ (ମି: ମି:)
−20	0·927	70	233·093	190	9442·70
−10	2·093	80	354·643	200	11688·96
−5	3·113	90	524·45		
0	4·600	100	760·00		
5	6·534	110	1075·37		
10	9·165	120	1491·28		
15	12·699	130	2030·28		
20	17·391	140	2717·63		
30	31.54	150	3581·23		
40	54.906	160	4051·62		
50	91·982	170	5961·66		
60	148·791	180	7546·39		

35·5 ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କ ଆଂଶିକ ଚାପ ନିୟମ (Dalton's law of partial pressure) :

(1) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଏକ ଆବଦ୍ଧସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାଷ୍ପର ସର୍ବାଧିକ ବାଷ୍ପଚାପ କେବଳ ସେହି ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଉକ୍ତ ବାଷ୍ପ ସହିତ ମିଶ୍ରିତ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପର ଉପସ୍ଥିତି ଏହାର ମୂଲ୍ୟକୁ ଆଦୌ ପ୍ରଭାବିତ କରେ ନାହିଁ । ଅବଶ୍ୟ ଏଥିପାଇଁ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପ, ଦତ୍ତ ବାଷ୍ପ ସହିତ କୌଣସି ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟାଉ ନ ଥିବା ବିଧେୟ ।

(2) ପରସ୍ପର ସହିତ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାଘଟାଉ ନ ଥିବା ବିବିଧ ଗ୍ୟାସ ବା ବାଷ୍ପକୁ କୌଣସି ଏକ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ରଖିଦିଆଗଲେ, ଏହି ମିଶ୍ରିତ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପ ପକାଉଥିବା ମୋଟ ଚାପର ପରିମାଣ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗ୍ୟାସ ବା ବାଷ୍ପକୁ ପୃଥକଭାବେ ଉକ୍ତ ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଦିଆଯିବାଦ୍ୱାରା ଜାତ ହେଉଥିବା ଚାପର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପର ଲକ୍ଷଣ ଆଲୋଚନା ସମୟରେ ଡାଲ୍‌ଟନଙ୍କ ନିୟମର ପ୍ରଥମଭାଗର ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣ କରାଯାଇଛି । ତେଣୁ ଏଠାରେ ତା'ର ପୁନରାବୃତ୍ତି ଅନାବଶ୍ୟକ । ନିମ୍ନଲିଖିତ ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ ଦ୍ୱାରା ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କ ନିୟମର ଦ୍ୱିତୀୟଭାଗର ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣ କରାଯାଉ ।

ମନେକର, ଜଳକୁ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ କରାଯାଇ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ବାୟୁ ସଂଗ୍ରହ କରାଗଲା । ଏପରି ଭାବେ ସଂଗୃହୀତ ବାୟୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ ହେବା ସ୍ୱାଭାବିକ । ଯଦି ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସମୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ 760 ମି:ମି: ହୋଇଥାଏ, ତା'ହେଲେ ସଂତୃପ୍ତ ବାୟୁର ଚାପ ହେଉଛି 760 ମି:ମି: । ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ, ସଂତପ୍ତ ବାୟୁର ଚାପ $=$ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ $+$ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ।

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣରୁ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଉଥିବାବେଳେ ଡାଲ୍ଟନ୍ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ପାତ୍ରମଧ୍ୟରେ ପୃଥକ ଭାବରେ ଥର ଥର କରି ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ଓ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ନିଆଯାଇ ଚାପର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଛି ।

ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ-ଚାପ=31·5 ମି:ମି:

∴ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ= 760−31·5=728·5 ମି:ମି: ।

35·6 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଜଳକୁ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ କରାଯାଇ 20°C ଓ 760 ମି:ମି: ଚାପରେ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ର ମଧ୍ୟରେ 1000 ଘନ ସେ:ମି: ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ ସଂଗୃହୀତ ହେଲା । ଏ ଭାବେ ସଂଗୃହୀତ ଗ୍ୟାସ୍ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇଥିବାର ଜଣାପଡ଼ିଲା । ଯଦି 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ 71·4 ମି:ମି: ହୋଇଥାଏ, ତା'ହେଲେ ଶୁଷ୍କ ଅବସ୍ଥାରେ ଉକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଆୟତନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଶୁଷ୍କ ଗ୍ୟାସ ଓ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ=760 ମି:ମି:
20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ=17·4 ମି:ମି: ।

∴ ଶୁଷ୍କ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ=760—17·4=742·6 ମି:ମି:

ମନେକର, ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ଆୟତନ=V_2

ଏଠାରେ, V_1=1000 ଘନ ସେ:ମି:,

P_1=742·6 ମି:ମି:, $T_1=273+20=293°A$,

P_2=760 ମି:ମି: ଓ $T_2=0°C=273°A$

ଆମକୁ V_2ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ ।

ସମ୍ମିଳିତ ଗ୍ୟାସ୍ ନିୟମାନୁଯାୟୀ $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}$

ବା, $\frac{742{\cdot}6\times1000}{293}=\frac{760\times V_2}{273}$

ବା, $V_2=\frac{742{\cdot}6\times1000\times273}{760\times293}=910{\cdot}5$ ଘନ ସେ:ମି: ।

∴ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ଆୟତନ=910·5 ଘନ ସେ:ମି: ।

(2) କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଉପରିଭାଗରେ 126 ଘନ ସେ:ମି: ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁ ଆବଦ୍ଧ ଥିବାବେଳେ ଚାପ 74·8 ସେ:ମି: ହେଉଛି । ମାତ୍ର ଚାପକୁ 141·8 ସେ:ମି: ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯିବାରୁ ଉକ୍ତ ବାୟୁର ଆୟତନ ତା'ର ପୂର୍ବ ଆୟତନର ଅଧା ହୋଇଯାଉଛି । ଯଦି ଚାପରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖା ଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉକ୍ତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ମନେକର, ଉକ୍ତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପଚାପ p ସେ:ମି ହେଉଛି ।

ଏଠାରେ, ବାୟୁ ଓ ଉକ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପଜନିତ ମୋଟଚାପ=74·8 ସେ:ମି: ।

∴ କେବଳ ବାୟୁର ଚାପ=(74·8—p) ସେ:ମି: ପୁନଶ୍ଚ, ମୋଟ 141·8 ସେ:ମି: ହେଉଥିବା ସମୟରେ କେବଳ ବାୟୁ ଚାପ ହେବ (141·8—p) ସେ:ମି: । କାରଣ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁଯାୟୀ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂପୃକ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେନାହିଁ । ଏଠାରେ ଆୟତନ ପୂର୍ବ ଆୟତନର ଅଧାହୋଇ ଯାଉଥିବା ସମୟରେ, ବଏଲଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ, କେବଳ ବାୟୁରଚାପ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଦୁଇଗୁଣ ହୋଇଯିବ ।

$\therefore 2\ (74{\cdot}8-p)=141{\cdot}8-p,$

ବା, $p=7{\cdot}8$ ସେ:ମି: ।

∴ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଉକ୍ତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାଷ୍ପଚାପ=7·8 ସେ:ମି: ।

(3) 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ବାୟୁକୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସଂପୃକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଉଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ତା'ର ଆୟତନକୁ ନବଦଳାଇ ତାପମାତ୍ରାକୁ 200°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯିବାରୁ ଦେଖାଯାଇଛି ଯେ ତା'ର ଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ଦୁଇଗୁଣ ହୋଇ ଯାଉଛି । 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ମନେକର, 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ P ମି:ମି: । 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂପୃକ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ 760 ମି:ମି: ହୋଇଥିବାରୁ, 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁର ମୋଟ ଚାପ=(P+760) ମି:ମି: । 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂପୃକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାୟୁ ବର୍ତ୍ତମାନ 200°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଅସଂପୃକ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇଛି । ତେଣୁ, 200°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଉଭୟ ବାୟୁ ଓ ବାଷ୍ପ ଗ୍ୟାସ୍ ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ମାନି ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବେ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା,

$$\frac{P+760}{100+273}=\frac{2\times760}{200+273}$$

ବା, $$\frac{P+760}{373}=\frac{2\times760}{473}$$

ବା, $P=438{\cdot}6$ ମି:ମି: ।

∴ 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ=438·6 ମି:ମି: । ମନେକର 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ=P_0 ମି:ମି: । ତେଣୁ, ବର୍ତ୍ତମାନ କେବଳ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁ ପ୍ରତି ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମଟିକୁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ କଲେ,

$$\frac{438{\cdot}6}{100+273}=\frac{P_0}{273}$$

ବା, $P = \frac{438 \cdot 6 \times 273}{373} = 321 \cdot 01$ ମି:ମି: ।

$\therefore$ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ $= 321 \cdot 01$ ମି:ମି: ।

35·7 ଗ୍ୟାସ୍, ବାଷ୍ପ, ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା (Vapour, Gas, Critical temperature)

ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପଟିର ଚାପ ବୃଦ୍ଧି କରି ଓ ଆୟତନରେ କମାଇ, ତାକୁ ଆଉ ତରଳ କରାଇ ହୁଏ ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ଗ୍ୟାସ ବା ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ଏହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଚାପ ବୃଦ୍ଧି କରି ଉକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପକୁ ତରଳରେ ପରିଣତ କରି ଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଏହି ସର୍ବାଧିକ ବା ସୀମାନ୍ତ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା କହନ୍ତି । ବିଭିନ୍ନ ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ବାଷ୍ପ ପାଇଁ ଏହି ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

ପୁନଶ୍ଚ ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳରୁ ଜଣା ପଡ଼ିଛି ଯେ ବିଭିନ୍ନ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣଜନିତ ବିଭିନ୍ନ ବାଷ୍ପର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ଅତ୍ୟନ୍ତ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପ ଓ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ଯଥାକ୍ରମେ 187°C ଓ 400°C ଅଟେ ।

ଅମ୍ଳଜାନ ଓ ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଭଳି ଯେଉଁ ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବଦା ସ୍ୱାଭାବିକ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟାବସ୍ଥାରେ ରହିଥାନ୍ତି, ସେଗୁଡ଼ିକର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ଅମ୍ଳଜାନ ଓ ଯବକ୍ଷାରଜାନର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ −118·8°C ଓ −147°C । କେବଳ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ଅତ୍ୟଧିକ ଅଟେ; କାରଣ ଏହାର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ହେଉଛି 31°C ।

ତେଣୁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ତାହା ଗ୍ୟାସ୍ ସଦୃଶ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ଏବଂ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା ତା'ର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କମ୍ ଥିବା ସମୟରେ ତାହା ବାଷ୍ପ ସଦୃଶ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ଗୋଟିଏ ବାଷ୍ପକୁ ସହଜରେ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ କରାଇଦେବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ସର୍ବଦା ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର, ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ସେମାନଙ୍କୁ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରାଇ ଦେବା ସହଜ ହୁଏ ନାହିଁ । ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ସମ୍ପର୍କୀୟ ଜ୍ଞାନର ଅଭାବରୁ ଗ୍ୟାସ-ଗୁଡ଼ିକୁ ଅନେକ ଦିନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତରଳାବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ କରାଇ ଦେବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇ ନ ଥିଲେ । ଆଣ୍ଡ୍ରିଉଜ୍ (Andrews) ନାମକ ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସର୍ବପ୍ରଥମେ ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ସମ୍ପର୍କରେ ସବିଶେଷ ତଥ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦେଇଥିଲେ ।

ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା ସମ୍ପର୍କରେ ସମ୍ୟକ ଜ୍ଞାନ ଲାଭ ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ବାଷ୍ପଗୁଡ଼ିକୁ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରି ପାରିଥିଲେ । ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ତରଳାବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ସର୍ବପ୍ରଥମେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ବିବିଧ ଯନ୍ତ୍ର କୌଶଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇ

ଏପରି ଭବରେ ଥଣ୍ଡା କରି ଦିଆଯାଏ ଯେ ସେମାନଙ୍କର ତାପମାତ୍ରା ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କମିଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କମିଯିବା ପରେ ଚ଼ାପ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇ ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ତରଳାଇ ଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଅମ୍ଳଜାନକୁ ତରଳ ଅମ୍ଳଜାନରେ ପରିଣତ କରାଇ ଦେବାକୁ ହେଲେ ପ୍ରଥମେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାକୁ $-118.8°C$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦିଆଯାଏ । ତତ୍ପରେ, ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇ ତାକୁ ତରଳାବସ୍ଥାକୁ ଅଣାଯାଏ । ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଏପରି ଭବରେ କମାଇଦେବା ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ଅତି କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର । ଏହା କିପରି ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ, ସେ ବିଷୟରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ଯୋଗାଇ ଦେବା ଏହି ପୁସ୍ତକର ସୀମିତ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ ।

ସାରାଂଶ

ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଲକ୍ଷଣ :

(i) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବିଭିନ୍ନ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

(ii) କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଅନୁଯାୟୀ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ ।

(iii) ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ଗ୍ୟାସୀୟ ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ମାନେ ନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଓ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ନାହିଁ ।

(iv) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ବାୟୁ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବାଷ୍ପର ଉପସ୍ଥିତି ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭବିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ଅବଶ୍ୟ, ଏପରି ଘଟିବା ପାଇଁ ବାଷ୍ପ ଓ ତା' ସହିତ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇ ରହିଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂଘଟିତ ନ ହେବା ବିଧେୟ ।

ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ **ଜଳୀୟ ଟାନ** କୁହାଯାଏ ।

ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଗୁଣାବଳୀ :

ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଗ୍ୟାସୀୟ ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ମାନିଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ଚାର୍ଲସ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଓ ବଏଲ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ।

ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କ ଆଂଶିକ ଚାପ ନିୟମ :

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଏକ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାଷ୍ପର ସର୍ବାଧିକ ବାଷ୍ପଚାପ କେବଳ ସେହି ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ । ଉକ୍ତ ବାଷ୍ପ ସହିତ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇଥିବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଗ୍ୟାସ ବା ବାଷ୍ପର ଉପସ୍ଥିତି ଏହାକୁ ଆଦୌ ପ୍ରଭବିତ କରେ ନାହିଁ । ଅବଶ୍ୟ ଏପରି ଘଟିବା ପାଇଁ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପ ଦତ୍ତ ବାଷ୍ପ ସହିତ କୌଣସି ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟାଉ ନ ଥିବା ବିଧେୟ ।

(ii) ପରସ୍ପର ସହିତ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟାଉ ନ ଥିବା ବିବିଧ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପକୁ କୌଣସି ଏକ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ରଖିଦିଆଗଲେ, ଏହି ମିଶ୍ରିତ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପ ପକାଉଥିବା ମୋଟ ଚାପ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପକୁ ପୃଥକ ଭବରେ ଉକ୍ତ ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଦିଆଯିବା ଦ୍ୱାରା ଜାତ ହେଉଥିବା ଚାପର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉକ୍ତିଗୁଡ଼ିକର ଅର୍ଥ ବୁଝାଇ ଦିଅ :

   (କ) କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବାଷ୍ପଚାପ,

   (ଖ) ସନ୍ତୃପ୍ତ ଓ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ,

   (ଗ) 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ 31·5 ମି:ମି: ।

2. କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇଥିବା ବାଷ୍ପ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବା ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି, ତାହା ତୁମେ କିପରି ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ଜାଣି ପାରିବ ?

3. ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝ ? କିପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେଲେ ଗୋଟିଏ ବାଷ୍ପ ଏପରି ଚାପ ପକାଇବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ ? ଗୋଟିଏ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇଥିବା ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ଯଦି ତା'ର ଚାପକୁ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ କ'ଣ ଘଟିବ ?

4. ସନ୍ତୃପ୍ତ ଓ ଅସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକୁ ଲେଖ ଏବଂ ଉଭୟଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କର ।

5. (କ) ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ପ୍ରମାଣକର ଯେ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍ ବା ବାଷ୍ପର ଉପସ୍ଥିତି ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ ।

   (ଖ) 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ଆବଦ୍ଧ ରଖାଯାଇଥିବା ବାୟୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସନ୍ତୃପ୍ତ ହୋଇଯାଇଛି । ଏହି ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାୟୁର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ତା'ର ତାପମାତ୍ରାକୁ 200°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବାଦ୍ୱାରା ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାୟୁର ଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପର ଦୁଇଗୁଣ ହୋଇ ଯାଉଛି । 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଶୁଷ୍କ ବାୟୁର ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

   [ଉତ୍ତର: 43·86 ସେ:ମି:]

6. ଜଳକୁ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ କରାଯାଇ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ର ଭିତରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଉଛି । ଏହି ସଂଗୃହୀତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ 50·32 ଘନ ସେ:ମି: ହୋଇଛି ଓ ଏହାର ଚାପ 73·24 ସେ:ମି: ହୋଇଛି । ଯଦି ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 13°C ହୋଇଥାଏ ଏବଂ 13°C ତାପମାତ୍ରାର ଜଳୀୟ ଚାପ 10·934 ମି:ମି: ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ମାନକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଉକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ଉତ୍ତର 45·03 ଘନ ସେ:ମି:]

7. ଦୁଇଟି ପାରଦ ବାରୋମିଟରକୁ ପରସ୍ପରର ପାଖାପାଖି ରଖିଦିଆଯାଇଛି । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ବାରୋମିଟରର ନଳୀଭିତରେ ଥିବା ଟରିସେଲୀୟ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ବାୟୁ ରଖିଦିଆଯାଇଛି (i) ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ଓ (ii) ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଦଳାଇ ଦିଆଗଲେ ଉଭୟ ବାରୋମିଟରରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଥିବା ଚାପ କିପରି ଭାବରେ ବଦଳି ଯିବ ?

8. ଡାଲ୍‌ଟନ୍‌ଙ୍କ ଆଂଶିକ ଚାପ ନିୟମଟି ଉଲ୍ଲେଖ କର । ଏହି ନିୟମଟିରୁ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ?

ସଙ୍କଟ ତାପମାତ୍ରା କାହାକୁ କହନ୍ତି ? ଗ୍ୟାସ ଓ ବାଷ୍ପ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

9. ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଜଳୀୟ ଚାପ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଏଥିପାଇଁ ପରିଚାଳିତ ହେଉଥିବା ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକ ସମ୍ପର୍କରେ ଚିତ୍ରସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

10. ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେବା ସମୟରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଓ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ କିପରି ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାନ୍ତି ? ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଏହା କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ରସହ ପରୀକ୍ଷା ଗୁଡ଼ିକର ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

11. ଗୋଟିଏ ପିଷ୍ଟନ୍ ଧାରିତ ପାତ୍ରକୁ ପ୍ରଥମେ ବାୟୁଶୂନ୍ୟ କରି ଦିଆଯାଇଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପାତ୍ରର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ତାପମାତ୍ରା 20°C ହୋଇଛି । ପାତ୍ରଟିରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପରିବର୍ତ୍ତନଗୁଡ଼ିକ ଘଟିଲେ ତହିଁରେ ଥିବା ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପର ଅବସ୍ଥା କ'ଣ ହେବ ?

(i) ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟିକୁ ଉପରକୁ ଉଠାଇ ଦିଆଯାଇ ବାଷ୍ପଧାରିତ ସ୍ଥାନର ଆୟତନକୁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲା ।

(ii) ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟିକୁ ତଳକୁ ଖସାଇ ଦିଆଯାଇ ବାଷ୍ପଧାରିତ ସ୍ଥାନର ଆୟତନକୁ କମାଇ ଦିଆଗଲା ।

(iii) ବାଷ୍ପଧାରିତ ସ୍ଥାନର ଆୟତନର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ତାପମାତ୍ରାକୁ 50°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲା ।

(iv) ବାଷ୍ପଧାରିତ ସ୍ଥାନର ଆୟତକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ତାପମାତ୍ରାକୁ 10°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦିଆଗଲା ।

12. ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଓ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଗ୍ୟାସୀୟ ନିୟମଗୁଡ଼ିକ କିପରି ଭାବରେ ମାନି ଚଳନ୍ତି ? ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଏହା କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ର ସହ ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକ ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

ଷଷ୍ଠତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

ଆର୍ଦ୍ରତାମିତି

(Hygrometry)

ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ :

ଯବକ୍ଷାର ଜାନ, ଅମ୍ଳଜାନ ଇତ୍ୟାଦି ଗ୍ୟାସ୍ ତୁଳନାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ପରିମାଣ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ । ଏହାର ପରିମାଣ ଏତେ କମ୍ ହେଲେହେଁ କୌଣସି ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନର ପାଣିପାଗ ଉପରେ ଏହା ହିଁ ପ୍ରାଧାନ୍ୟ ବିସ୍ତାର କରିଥାଏ । ସମୁଦ୍ର, ନଦୀ, ହ୍ରଦ, ପୁଷ୍କରିଣୀ, କୂପ, ବରଫାଚ୍ଛାଦିତ ପର୍ବତ ଓ ସନ୍ତସନ୍ତିଆ ସ୍ଥାନ ଗୁଡ଼ିକରେ ଅହରହ ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଯୋଗାଇଦେବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ ।

ଯେଉଁ ଶାସ୍ତ୍ର ପାଠକରି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଅବସ୍ଥିତି ଯୋଗୁଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଘଟୁଥିବା ବିବିଧ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାନ ଆହରଣ କରାଯାଏ ତାକୁ ଆର୍ଦ୍ରତାମିତି (Hygrometry) କୁହାଯାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳସ୍ଥିତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ହେତୁ ମେଘ, ବର୍ଷା, କୁହୁଡ଼ି, ଶିଶିର, କୁଜ୍ଝଟିକା (fog) ଓ କରକାପାତ (hail) ଇତ୍ୟାଦି ପ୍ରକୃତିରେ ସଂଘଟିତ ହୋଇଥାଏ ।

36·1 ଶିଶିରାଙ୍କ (Dew point) :

ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରୁ ଶିଶିର ପାତ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ, ତାହାକୁ ଶିଶିରାଙ୍କ କୁହାଯାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ହେତୁ ଶିଶିର ଜାତହୁଏ । କୌଣସି କାରଣ ଯୋଗୁଁ ସ୍ଥାନୀୟ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଶୀତଳ ହୋଇଯାଏ, ତେଣୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିବାକୁ କ୍ରମଶଃ ଅସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଶେଷକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ସ୍ଥାନୀୟ ଭାବରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ଫଳରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ପ୍ରତି ଉନ୍ମୁକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଉପରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ବିନ୍ଦୁ ବିନ୍ଦୁ ଆକାରରେ ଘନୀକରଣ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଶିଶିର ପାତ କାଳରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ ଏବଂ ଏହି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ସେ ସମୟର ଚାପ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥାଏ । ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ଏହି ଚାପକୁ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ କହନ୍ତି ।

ଶିଶିରପାତ ପାଇଁ ଯେଉଁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ସହସମାନ ହୁଏ ସେହି ତାପମାତ୍ରାକୁ ଶିଶିରାଙ୍କ କହନ୍ତି ।

ଶିଶିରାଙ୍କ ଜଣାଥିଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ ଜଣାଯାଏ । ମନେକର, ଆଜି କଟକଠାରେ ଶିଶିରାଙ୍କ 20°C ହୋଇଛି । ରେନୋଁଙ୍କ ପ୍ରଦତ୍ତ ତାଲିକାକୁ ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରିଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ହେଉଛି 17 ମି:ମି: । ତେଣୁ, ଆଜି କଟକରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ 17 ମି:ମି: ହୋଇଛି ।

ସୁତରାଂ, କଟକଠାରେ କୌଣସି ଦିନ ଶିଶିରାଙ୍କ 20°C ହୋଇଛି ବୋଲି କହିବାଦ୍ୱାରା ସେହିଦିନ କଟକର ସ୍ଥାନୀୟ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା 20°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯିବା ପରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୋଇଛି ଏବଂ ସେହିଦିନ କଟକର ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖା ଯାଇଥିବା ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ସହ ସମାନ ହୋଇଛି ।

36·2 ଆର୍ଦ୍ରତା : ପରମ ଆର୍ଦ୍ରତା ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା

(Humidity : Absolute humidity and Relative humidity) :

ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିଥିବାରୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଓଦାଳିଆ ହୋଇଯାଏ । ଏହାକୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା କୁହାଯାଏ ।

ପରମ ଆର୍ଦ୍ରତାଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର 1 ଘନ ମିଟର ଅଞ୍ଚଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ପରିମାଣକୁ ଗ୍ରାମ୍ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ଥାଏ ।

ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ଆକାରରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା ସମ୍ପର୍କରେ ସଠିକ ତଥ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହାର ସଂଜ୍ଞାଟିକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ତିନୋଟି ପ୍ରକାରରେ ଲେଖା ଯାଇଥାଏ :

(i) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ଘନମିଟର ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରକୃତରେ ଅବସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଗ୍ରାମ୍ ଆକାରରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ସେହି ତାପମାତ୍ରାରେ ଉକ୍ତ ଏକ ଘନମିଟର ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ସଂତୃପ୍ତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଗ୍ରାମ୍ ଆକାରରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତକୁ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା କହନ୍ତି । ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ ଶତକଡା ହାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$$\text{ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = \frac{\text{ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଘନ ମିଟର ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରକୃତ ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଗ୍ରାମ ଆକାରରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ 1 ଘନ ମିଟର ଆୟତନ-ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ସଂତୃପ୍ତ କରି ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଗାମ୍ ଆକାରରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ।}}$$

ମନେକର ଯେ, 25°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର 1 ଘନ ମିଟର ଆୟତନରେ 12·8 ଗ୍ରାମ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ରହିଛି । ମାତ୍ର, 25°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର 1 ଘନ ମିଟର ଅଞ୍ଚଳକୁ ସଂତୃପ୍ତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 22·9 ଗ୍ରାମ । ତେଣୁ, ଉଲ୍ଲିଖିତ ସଂଜ୍ଞା ଅନୁଯାୟୀ ଏଠାରେ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ହେଉଛି $\frac{12 \cdot 8}{22.9} =$ 0·54; ବା ଶତକଡ଼ା ହିସାବ ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $0 \cdot 54 \times 100 = 54\%$ ।

(ii) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ତାହା ଧାରଣ କରିଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରୁଥିବାରୁ, ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରିବ :

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = \frac{\text{କୌଣସି ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ}}{\text{ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାର ସନ୍ତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ}}$$

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ମନେକରଯାଉ ଯେ 25°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଚାପ 12·7 ମି: ମି: ହେଉଛି ଏବଂ 25°C ତାପମାତ୍ରାରେ ସନ୍ତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ 23·5 ସେ:ମି: ହୋଇଛି । ତେଣୁ ଏଠାରେ ସଂଜ୍ଞାନୁଯାୟୀ,

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = \frac{12{\cdot}7}{23{\cdot}5} = 0{\cdot}54$$

ବା, ଶତକଡ଼ା ହିସାବରେ,

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = 0{\cdot}54 \times 100 = 54\,\%\text{ ।}$$

(iii) ଶିଶିରାଙ୍କରେ ଜଳର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାଦ୍ୱାରା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରକୃତ ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଚାପକୁ ସୂଚାଉଥିବାରୁ, ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାର ସଂଜ୍ଞାକୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତଭାବେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇ ପାରିବ :

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = \frac{\text{ଶିଶିରାଙ୍କରେ ଜଳର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ}}{\text{ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ}}$$

ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ମନେକରଯାଉ ଯେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ତାପମାତ୍ରା 30°C ଏବଂ ଶିଶିରାଙ୍କ 15°C । ରେନୋଁଙ୍କ ତାଲିକାରୁ ଜଣା ପଡ଼ୁଛି ଯେ 15°C ଓ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ଯଥାକ୍ରମେ 12·7 ମି:ମି: ଓ 31·5 ମି:ମି: ।

ତେଣୁ, ଏଠାରେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସଂଜ୍ଞାନୁଯାୟୀ,

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = \frac{12{\cdot}7}{31{\cdot}5} = 0{\cdot}403$$

ବା, ଶତକଡ଼ା ଅନୁଯାୟୀ,

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = 0{\cdot}403 \times 100 = 40{\cdot}3\,\%$$

ଉଲ୍ଲିଖିତ ଆଲୋଚନାରୁ ସ୍ପଷ୍ଟଭାବରେ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା 54% କହିବାଦ୍ୱାରା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର କୌଣସି ଏକ ଅଞ୍ଚଳ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସନ୍ତୃପ୍ତ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ଯଦି ତାର ଆର୍ଦ୍ରତାକୁ 100% ବୋଲି ଧରଯାଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ସେହି ଅଞ୍ଚଳଟି ପ୍ରକୃତରେ ଧାରଣ କରିଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଯୋଗୁ ତାର ଆର୍ଦ୍ରତା ପୂର୍ବୋକ୍ତ ଆର୍ଦ୍ରତାର 54% ହୋଇଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, କୌଣସି ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ପରିମାଣ, ସେହି ତାପମାତ୍ରାର ସେହି ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଅଞ୍ଚଳଟିକୁ ସନ୍ତୃପ୍ତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ପରିମାଣର 0·54 ଗୁଣ ।

ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା ବଢ଼ିଯିବା ସମୟରେ ଆମେ ଅଧିକ (ଅସ୍ୱସ୍ତି) ଅନୁଭବ କରିଥାଉଁ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଶୁଷ୍କ ଥିଲେ ତାହା ଆମପ୍ରତି ସୁଖପ୍ରଦ ହୋଇଥାଏ । ପୁରୀ ଓ ଦିଲ୍ଲୀରେ ଯଦି କୌଣସି ଦିନ ତାପମାତ୍ରା ସମାନ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ଦିନଟି ଦିଲ୍ଲୀରେ କଟାଇଲେ ଆମେ ଅଧିକ ଆରାମ ଅନୁଭବ କରିଥାଉ । କାରଣ, ଦିଲ୍ଲୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ

ଆର୍ଦ୍ରତା ପୁରାଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଶୁଷ୍କତା ଓ ଆର୍ଦ୍ରତା ଯୋଗୁଁ ଆମେ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ଅସ୍ୱସ୍ତି ବା ଆରାମ ଅନୁଭବ କରୁ, ତାହା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ।

ପୁନଶ୍ଚ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା ଯେତେ ଯେତେ ବଢ଼ିଯାଏ, ବାଷ୍ପନର ହାର ସେତେ ସେତେ କମିଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଶୀତ ଋତୁରେ ଓଦା ଲୁଗାଗୁଡ଼ିକ ବର୍ଷା ଋତୁ ଅପେକ୍ଷା ଶୀଘ୍ର ଶୁଖିଯାଏ । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ଶୀତ ଋତୁରେ ବର୍ଷାଋତୁ ଅପେକ୍ଷା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା କମ୍, ତେଣୁ ବାଷ୍ପନର ହାର ଦ୍ରୁତ ହୁଏ । ମାତ୍ର ବର୍ଷାଋତୁରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ପ୍ରାୟ ଶତକଡ଼ା ଶହେଭାଗ ଆର୍ଦ୍ର ହୋଇଥିବାରୁ, ବାଷ୍ପନ ପ୍ରାୟ ଘଟେ ନାହିଁ । ତେଣୁ, ଶୀତ ଋତୁରେ ବର୍ଷାଋତୁ ଅପେକ୍ଷା ଓଦାଲୁଗା ଶୀଘ୍ର ଶୁଖିଯାଏ ।

36·3 ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପସମ୍ପର୍କରେ ରେନୋଁଙ୍କ ତାଲିକା :

[ଏଠାରେ 't°C' ଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ତାପମାତ୍ରା 'P ମି:ମି:' ଦ୍ୱାରା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ଓ 'M ଗ୍ରାମ୍' ଦ୍ୱାରା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।]

t°C	P ମି:ମି:	M ଗ୍ରାମ୍	t°C	P ମି:ମି:	M ଗ୍ରାମ୍	t°C	P ମି:ମି	M ଗ୍ରାମ୍
0	4·6	4·9	11	9·8	10	22	19·6	19·3
1	4·9	5·2	12	10·4	10·6	23	20·9	20·4
2	5·3	5·6	13	11·1	11·2	24	22·2	21·6
3	5·7	6·0	14	11·9	12·0	25	23·5	22·9
4	6·1	6·4	15	12·7	12·8	26	25·0	24·2
5	6·5	6·8	16	13·5	13·5	27	26·5	25·6
6	7·0	7·3	17	14·4	14·4	28	28·1	27·0
7	7·5	7·7	18	15·3	15·2	29	29·9	28·5
8	8·0	8·2	19	16·3	16·2	30	31·5	30·1
9	8·5	8·7	20	17·4	17·2	35	41·8	39·3
10	9·1	9·3	21	18·5	18·2	40	54·9	50·9

36·4 ବାୟୁର ଆର୍ଦ୍ରତା ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାନଲାଭପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ବିବିଧ ଯନ୍ତ୍ର :

ବାୟୁର ଆର୍ଦ୍ରତା ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାନଲାଭପାଇଁ ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇ ପ୍ରକାରର ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ଯନ୍ତ୍ରକୁ ହାଇଗ୍ରୋସ୍କୋପ୍ (Hygroscrope) କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ଯନ୍ତ୍ରକୁ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (Hygrometer) କୁହାଯାଏ । ହାଇଗ୍ରୋସ୍କୋପଦ୍ୱାରା ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆର୍ଦ୍ରତା ସମ୍ପର୍କରେ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ନିର୍ଭୁଲଭାବେ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାକୁ ମାପି ଦେଇ ସଂଖ୍ୟା ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରି ଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ, ମାତ୍ର, ହାଇଗ୍ରୋମିଟରଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାକୁ ସଠିକ ଭାବରେ ମାପି ସଂଖ୍ୟା ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରି ଦେବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ । ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାକୁ ମାପିବା ଲାଗି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।

ହାଇଗ୍ରୋସ୍କୋପ (Hygroscopes) :

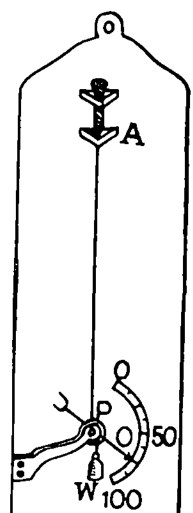
ଲୁଣ, କାଲସିଅମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ସଦୃଶ କେତେକ ବସ୍ତୁ ବାୟୁଠାରୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଆପେ ଆପେ ଶୋଷଣ କରି ନେବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ତେଣୁ ଏହି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ହାଇଗ୍ରୋସୋପରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । କେଶ (hair) ସଦୃଶ କେତେକ ବସ୍ତୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଶୋଷଣ କରିବା ପରେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପ୍ରସାରଣ ଘଟିଥାଏ ଏବଂ ଶୁଷ୍କ ହୋଇଗଲେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସଂକୁଚିତ ହୋଇଯାଏ । ଏପରି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ମଧ୍ୟ ହାଇଗ୍ରୋସୋପରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ ।

କେଶ ହାଇଗ୍ରୋସ୍କୋପ (Hair hygroscope) :

ଏହି ଯନ୍ତ୍ରଟିରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆର୍ଦ୍ରତା ମାପିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବା କେଶ ନିଆଯାଏ । କେଶଟିକୁ ପ୍ରଥମେ କଷ୍ଟିକ୍ ସୋଡ଼ାଦ୍ୱାରା ଧୋଇ ଦିଆଯାଇ ତୈଳମୁକ୍ତ ଓ ପରିଷ୍କାର କରି ଦିଆଯାଏ । ଏହାକୁ ଶୁଖାଇ ଯନ୍ତ୍ରରେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । ଯନ୍ତ୍ରଟିରେ ଖଚିତ ଏ କେଶର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ କ୍ରମ ପ୍ରସାରଣ ଘଟିଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆର୍ଦ୍ରତା ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ପ୍ରସାରିତ କେଶର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ କ୍ରମ ସଂକୋଚନ ଘଟିଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଆର୍ଦ୍ରତା କମି କମି ଯାଏ ।

ବର୍ଣ୍ଣନା :

ଚିତ୍ର (221)ରେ ଗୋଟିଏ ହେୟାର ହାଇଗ୍ରୋସୋପର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଲମ୍ବା କେଶଟିକୁ A ଠାରେ ଗୋଟିଏ ସୁଦୃଢ଼ ସନ୍ଧିର (Clamp) ଦେହରୁ ଝୁଲାଇ ଦିଆଯାଇଛି କେଶର ନିମ୍ନାଂଶକୁ ଗୋଟିଏ ପୁଲି (Pulley) ଉପର ଦେଇ ତଳକୁ ଝୁଲାଇ ଦିଆଯାଇଛି ଏବଂ ଏହା ସହିତ ଗୋଟିଏ ବଟକର (W) ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ହୋଇଛି । ପୁଲି (P) ସହିତ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ କଣ୍ଟାକୁ ସଂଯୁକ୍ତ କରଯାଇଛି । ପୁଲିଟି ଘୂରୁଥିବା ସମୟରେ ଏହି ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ କଣ୍ଟାଟି ଗୋଟିଏ ଗୋଲକାର ଅଂଶାଙ୍କିତ ସ୍କେଲ ଉପରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଛି ।



ଚିତ୍ର (221)

ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା ବଢ଼ିଯାଉଥିବା ସମୟରେ, କେଶଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ପୁଲିର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଯୋଗୁ ସୂଚକ-କଣ୍ଟାଟି ଗୋଲକାର ସ୍କେଲ ଉପରେ ଉପରୁ ତଳଆଡ଼କୁ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଶୁଷ୍କ ହୋଇଯିବା ସମୟରେ, କେଶଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ ସଙ୍କୋଚନ ଘଟିଥାଏ । ତେଣୁ ସୂଚକ-କଣ୍ଟାଟି ଗୋଲକାର ସ୍କେଲ ଉପରେ ତଳୁ ଉପର ଆଡ଼କୁ ଗତିଶୀଳ ହୁଏ । ଏବଂ ଗୋଲକାର ସ୍କେଲ ଉପରେ କୌଣସି ଏକ ସମୟରେ ସୂଚକ କଣ୍ଟାର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ବାୟୁ ମଣ୍ଡଳୀୟ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରେ ।

ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (Hygrometers) :

ବାୟମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ମାପିବାପାଇଁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ସାଧାରଣତଃ ତିନିପ୍ରକାର ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

(1) ରାସାୟନିକ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (Chemical hygrometer)

(2) ଶିଶିରାଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (Dewpoint hygrometer)

(କ) ଡାନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (Daniell's hygrometer)

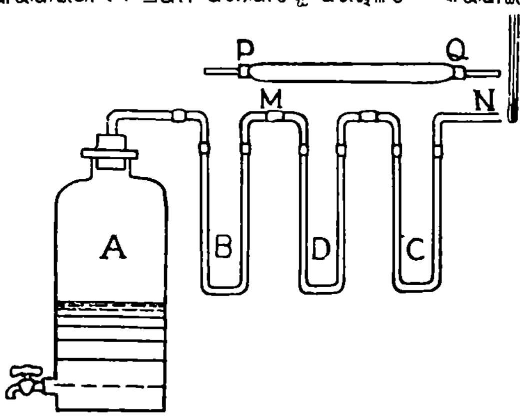
(ଖ) ରେଗ୍‌ନୋଁଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (Regnault's hygrometer)

(3) ଶୁଷ୍କ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ଠାଳୀ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (Dry and wet bulb hygrometer)

(1) ରାସାୟନିକ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର :

ଏହି ଉପକରଣଟିର ନମୁନା ଚିତ୍ର (222)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । C ଓ D ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ U-ନଳୀ ଦୁଇଟିରେ ଫସ୍‌ଫରସ୍ ପେଣ୍ଟୋକ୍‌ସାଇଡ୍ ରଖାଯାଇଛି । ଏହି ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ B ଚିହ୍ନିତ ଅନ୍ୟ ଏକ U-ନଳୀ ଓ ଗୋଟିଏ କାଚ ପାତ୍ର (A) ସହ ଯୋଗ କରାଯାଇଛି । B ନଳୀଟିରେ ମଧ୍ୟ ଫସଫରସ୍ ପେଣ୍ଟୋକ୍‌ସାଇଡ୍ ରଖାଯାଇଛି । ପ୍ରଥମେ କାଚପାତ୍ରଟିକୁ ଜଳଦ୍ୱାରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯିବା ପରେ, ତାର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଥିବା ନଳୀଟିକୁ ଖୋଲି ଦିଆଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା କାଚ ପାତ୍ରଟିର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଆୟତନ ସହ ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁ କାଚ ପାତ୍ରରେ ପ୍ରବେଶ କରେ । ଏହି ବାୟୁ କାଚପାତ୍ରରେ ପ୍ରବେଶ କରିବା ପୂର୍ବରୁ C ଓ D ନଳୀବାଟେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥିବାରୁ, ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫସଫରସ୍ ପେଣ୍ଟୋକ୍‌ସାଇଡ୍ ତହିଁରୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଶୋଷଣ କରି ତାକୁ ଶୁଷ୍କ କରି ଦିଏ । ପ୍ରଥମରୁ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳଠାରୁ C ଓ D ନଳୀରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଫସ୍‌ଫରସ୍ ପେଣ୍ଟୋକ୍‌ସାଇଡ୍ ଯେପରି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଶୋଷଣ ନ କରେ, ସେଥିପାଇଁ ଫସଫରସ୍ ପେଣ୍ଟୋକ୍‌ସାଇଡ୍ ଧାରିତ B ନଳୀଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଛି ।

ଏହି ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ମାପିବା ପାଇଁ ଦୁଇଟି ପରୀକ୍ଷା ଥର ଥର କରି କରାଯାଇଥାଏ । ପ୍ରଥମ ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପରିଚାଳିତ କରାଯାଇ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ବା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ, ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଉକ୍ତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁକୁ ସଂତୃପ୍ତ କରିଦେବା ଲାଗି ଆବଶ୍ୟକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର (222)

ପ୍ରଥମ ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ,କାଚ ପାତ୍ରଟିକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ଜଳ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ, C ଓ D ନଳୀକୁ ଉପକରଣଠାରୁ M ଠାରେ ପୃଥକ କରି

ଦିଆଯାଇ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ନଳୀ ଦୁଇଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ=w_1 ଗ୍ରାମ୍ । ତତ୍‌ପରେ C ଓ D ନଳୀ ଦୁଇଟିକୁ ପୁନର୍ବାର M ଠାରେ ଯନ୍ତ୍ର ସହିତ ଯୋଗ କରିଦିଆଯାଏ । କାଚପାତ୍ରରେ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ନଳୀଟିକୁ ଖୋଲି ଦେଇ ତହିଁରୁ ଜଳ ନିଷ୍କାସିତ କରାଯାଏ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । କାଚପାତ୍ରଟି ଜଳଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯିବା ପରେ, C ଓ D ନଳୀକୁ ପୁନର୍ବାର M ଠାରେ ଉପକରଣଠାରୁ ପୃଥକ କରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଏହି ନଳୀ ଦୁଇଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଗୋଟିଏ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ=w_2 । ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଇଛି ଯେ ଶୋଷିତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=(w_2-w_1) ଗ୍ରାମ୍ । ଅର୍ଥାତ୍, କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରୀକ୍ଷା କଲାବେଳେ, କାଚପାତ୍ରର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଆୟତନ ସହ ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁ (w_2-w_1) ଗ୍ରାମ୍ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିଛି ।

ଦ୍ୱିତୀୟ ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ପ୍ରଶସ୍ତ କାଚନଳୀ (PQ)ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଏହି ନଳୀଟିର ଦୁଇ ମୁହଁକୁ ରବର ଠିପି ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦ କରାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ରବର ଠିପିର ରନ୍ଧ୍ର ବାଟେ ଏହା ସହିତ ଛୋଟ ଛୋଟ କାଚନଳୀ ଲାଗିଥାଏ । ଜଳସିକ୍ତ ପ୍ୟୁମିସ୍ (Pumice) ଦ୍ୱାରା ନଳୀଟିକୁ ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ନଳୀଟିକୁ N ଠାରେ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଉପକରଣ ସହ ଯୋଗ କରି ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପରିଚାଳିତ କରାଯାଇ ଏଥର ମଧ୍ୟ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପ୍ରୟୋଗ ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୁଏ । PQ ନଳୀ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ବାୟୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହି ସଂତୃପ୍ତ ବାୟୁ C ଓ D ନଳୀ ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ସମୟରେ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଫସ୍‌ଫରସ ପେନ୍‌ଟୋକ୍‌ସାଇଡ ସଂତୃପ୍ତ ବାୟୁଠାରୁ ସମସ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଶୋଷଣ କରି ନିଏ । ଏହା ପରେ ପୁନର୍ବାର C ଓ D ନଳୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ=w_3 ଗ୍ରାମ୍ । ତେଣୁ ପରୀକ୍ଷା ପରେ ଜଣାଗଲା ଯେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ, କାଚପାତ୍ରରେ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଆୟତନ ସହ ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁକୁ ସଂତୃପ୍ତ କରିଦେବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=(w_3-w_2) ଗ୍ରାମ; ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା $=\frac{W_2-W_1}{W_3-W_2}$ [ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାର ପ୍ରଥମ ସଂଜ୍ଞା ଅନୁଯାୟୀ]

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ସମସ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବାରୁ, ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ସହଜରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହି ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ମୂଲ୍ୟକୁ 100 ଦ୍ୱାରା ଗୁଣିଲେ, ଶତକଡା ହିସାବରେ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ଜଣାଯାଏ ।

ଅସୁବିଧା :

ଏହି ଉପକରଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲାବେଳେ କେତେକ ଅସୁବିଧା ହୋଇଥାଏ ।

(i) କାଚପାତ୍ର ଭିତରକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯିବା ବିଧେୟ । ଏପରି କରାଗଲେ C ଓ D ନଳୀରେଥିବା ଫସ୍‌ଫରସ ପେନ୍‌ଟୋକ୍‌ସାଇଡ୍ ତହିଁରୁ ଜଳୀର ବାଷ୍ପ ଶୋଷଣ କରି ନେବାକୁ ଅବସର ପାଇଥାଏ । ମାତ୍ର ଉପକରଣରେ ଖଚିତ ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶଗୁଡ଼ିକୁ ସମ୍ୟକ ଭାବରେ ଚାଳନା କରି ଏହି କାମଟିକୁ କରାଇନେବା କଷ୍ଟକର ହୋଇପଡ଼େ ।

(ii) କାଚପାତ୍ରରୁ ଜଳ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭବରେ ନିଷ୍କାସିତ ହେବାପାଇଁ କିଛି ସମୟ ନେଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏପରି ଏକ ଯନ୍ତ୍ରଦ୍ୱାରା ସେତିକି ସମୟରେ ବାୟୁର ହାରାହାରି ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ମାପିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଉ ।

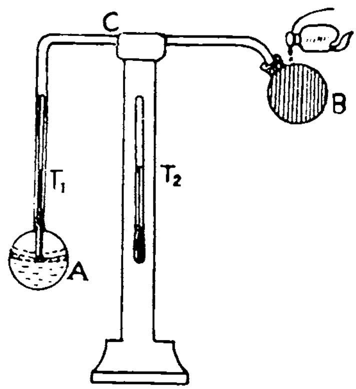
(iii) ବାୟୁର ଆର୍ଦ୍ରତାରେ ଯଦି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥାଏ, ତାହେଲେ ଏପରି ଏକ ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଏକ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ବାୟୁର ସଠିକ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏନାହିଁ ।

(2) (କ) ଡାନଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର :

ଏହାକୁ **'ଶିଶିରାଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର'** ବୋଲି କୁହାଯାଏ । କାରଣ, ଏପରି ଏକ ଉପକରଣର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ଶିଶିରାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ । ତତ୍ପରେ, ଏହି ଶିଶିରାଙ୍କକୁ ହିସାବକୁ ନେଇ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ଚିତ୍ର 223 ରେ ଡାନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟରର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏଥିରେ 'A' ସୂଚିତ କାଚଥଳୀଟି ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଛି । ଏହି ଥଳୀର ବାହ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ତଳ ଆଡ଼କୁ ଗିଲ୍ଟ୍ (gilt) ନିର୍ମିତ ଗୋଟିଏ ପାତିଆ ଲଗାଯାଇଛି । ଥଳୀଟିକୁ B ଚିହ୍ନିତ ଆଉ ଗୋଟିଏ କାଚଥଳୀ ସହ ଏକ ବଙ୍କାନଳୀ ସାହାଯ୍ୟରେ ଯୋଗ କରାଯାଇଛି । B ସୂଚିତ ଥଳୀ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ମସ୍‌ଲିନ (muslin) କନାର ଆବରଣ ରଖାଯାଇଛି । 'A' ଥଳୀ ଭିତରେ କିଛି ପରିମାଣର ଇଥର ରଖାଯାଇଛି । ଉପକରଣଟିର ଅବଶିଷ୍ଟାଂଶରେ କେବଳ ଇଥର ବାଷ୍ପ ରହିଛି । ଏହି ଥଳୀ ଭିତରେ ମଧ୍ୟ 'T' ସୂଚିତ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ରଖିଦିଆ-ଯାଇଛି । ଏହି ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ଇଥର୍‌ର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରୁଛି । ଉପକରଣକୁ ଗୋଟିଏ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ସୁଦୃଢ଼ ଭବରେ ସ୍ଥାପନା କରାଯାଇଛି । ପରୀକ୍ଷା କଲାବେଳେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପାଇଁ ସ୍ତମ୍ଭ ଦେହରେ ଖଚିତ ହୋଇ-ଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର (T_2) ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇଛି ।

ପ୍ରଥମେ B ଥଳୀଟିକୁ ଆବୃତ କରାଯାଇଥିବା ମସଲିନ କନା ଉପରେ ଇଥର ଢଳାଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ଇଥର୍‌ର ଦ୍ରୁତ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟିଥାଏ ଏବଂ ଫଳରେ B ଥଳୀଟି ଅତ୍ୟନ୍ତ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ । ଏପରି ଭବରେ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଉଥିବା ଯୋଗୁଁ B ଥଳୀର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଥିବା ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପ ଘନୀକରଣ ହୋଇ ତରଳ ଇଥରରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ । ଏ ରୂପେ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ସୃଷ୍ଟି ହେବା ପରେ A ଥଳୀରେ ଥିବା ଇଥର୍‌ର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟେ । ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ A ଥଳୀର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ତାପ-ମାତ୍ରାରେ କ୍ରମ ହ୍ରାସ ଘଟିଥାଏ । ତାପମାତ୍ରା କମିଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ A ଥଳୀକୁ ଘେରି ରହି ଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଗିଲ୍ଟ ଆବରଣର ସ୍ପର୍ଶରେ ଆସି ଘନୀକରଣ ହୋଇଯାଇଛି ଏବଂ ଏପରି ଘଟିବା ଯୋଗୁଁ ଗିଲଟ ଆବରଣ ଉପରେ



(ଚିତ୍ର 223)

ଶିଶିର ପାତ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥାଏ, ତାର ମୂଲ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟର (T_1)ରୁ ସଠିକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ଏହି ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ସାରିବା ପରେ ମସଲିନ୍ କନା ଉପରେ ଇଥର ଢାଳିବା କାର୍ଯ୍ୟଟିକୁ ବନ୍ଦ ରଖାଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ବାଷ୍ପୀକରଣ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ସମୁଦାୟ ଉପକରଣଟି ପୁନର୍ବାର ସମୟାନୁକ୍ରମେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇ ଉତ୍ତପ୍ତ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । କିଛି ସମୟ ପରେ ଗିଲ୍ଟ ଆବରଣରେ ପତିତ ଶିଶିର ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକ କ୍ରମଶଃ ଉଭେଇ ଯାଆନ୍ତି । ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଶିଶିର ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକ ଉଭେଇ ଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରନ୍ତି, ତାର ମୂଲ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟର (T_1)ରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ନିର୍ଣ୍ଣିତ ଉଭୟ ତାପମାତ୍ରାର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ ବର୍ତ୍ତମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇପାରେ । ତଦ୍ୱାରା ଶିଶିରାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ଜଣାପଡ଼େ, 'T_2' ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ରେନୋଁଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦତ୍ତ ତାଲିକାକୁ ଗ୍ରହି ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଶିଶିରାଙ୍କରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ଏବଂ ସେହି ତାଲିକାରୁ ମଧ୍ୟ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ପ୍ରଥମୋକ୍ତ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପକୁ ଶେଷୋକ୍ତ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ଦ୍ୱାରା ଭାଗ କର-ଯାଇ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଦିଆଯାଏ । ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାକୁ 100ରେ ଗୁଣିଲେ ଶତକଡ଼ା ହିସାବରେ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ଜଣା ପଡ଼େ ।

ଅସୁବିଧା :

ଏହି ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲାବେଳେ କେତେକ ଅସୁବିଧାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହୋଇଥାଉ । ତେଣୁ ଏତଦ୍ୱାରା ତାର ସଠିକ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

(i) କାଚ ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ ହୋଇଥିବାରୁ ଇଥର୍‌ଠାରୁ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ତାପ ଗିଲ୍ଟ ଆବରଣ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇ ପାରେ ନାହିଁ । ତେଣୁ, ଇଥର୍ ଭିତରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ତାତ୍‌କାଳିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଗିଲ୍ଟ ଆବରଣର ସଠିକ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସୂଚାଇ ପାରେ ନାହିଁ । ଥଳୀର କାଚ କାନ୍ଥର ସ୍ଥୂଳତା ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

(ii) ଥଳୀରେ ଥିବା ଇଥର୍‌କୁ ମନ୍ଥନ କରିଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ, ଥଳୀର ସମୁଦାୟ ଇଥର୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସମାନ ରଖିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

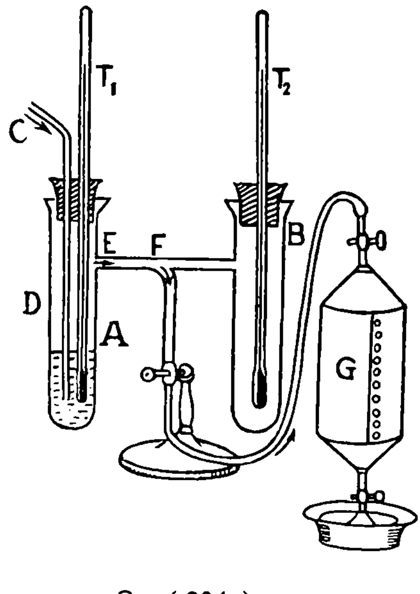
(iii) ଥଣ୍ଡା କରିବାର ହାରକୁ କୌଣସି ପ୍ରକାରେ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ଉପକରଣଟିକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ କମିଯାଏ । ତେଣୁ 'T_2' କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଭୁଲଭାବେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

(vi) ଗିଲ୍ଟ ଆବରଣ ଉପରେ ଯଥାସମୟରେ ଶିଶିର ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକର ଆବିର୍ଭାବ ଓ ବିଲୟ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

(ଖ) ରେନୌଁଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର :

ଏହାମଧ୍ୟ 'ଶିଶିରଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ । ଡେନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର କେତେକ ଅସୁବିଧା ଦୂର କରିବାକୁ ରେନୌଁ ଏହା ନିର୍ମାଣ କରିଥିଲେ । ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ଶୀତଳୀକରଣ ଘଟୁଥିବାର ସିଦ୍ଧାନ୍ତଟିକୁ ଏଠାରେ ମଧ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟରେ ବିନିଯୋଗ କରଯାଇ ଶିଶିରଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ଏହାକୁ ହିସାବକୁ ନିଆଯାଇ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ ।

ଚିତ୍ର ରେ ରେନୌଁଙ୍କ ଉପକରଣର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଉପକରଣରେ ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ (A) ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଛି । ଏହି ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ଅଗ୍ରଭଗଟିକୁ କାଚଦ୍ୱାର ଏବଂ ନିମ୍ନଭଗଟିକୁ ରୁପାଦ୍ୱାର ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଛି । ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ ଭିତରେ T_1 ଦ୍ୱାର ସୂଚିତ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ରଖାଯାଇଛି । ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ମୁହଁକୁ ଗୋଟିଏ ବାୟୁରୁଦ୍ଧ କର୍କ ସାହାଯ୍ୟରେ ବନ୍ଦ କରଯାଇଛି । ଏହି କର୍କରେ ଏବଂ ଏଥିରେ ଥିବା ଆଉ ଗୋଟିଏ ରନ୍ଧ୍ର ବାଟେ, ଚିତ୍ରରେ 234 ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି, ଗୋଟିଏ ବଙ୍କା ନଳୀ (CD)କୁ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ ଭିତରକୁ ଏପରି ଭବରେ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯାଇଛି ଯେ ତାହାର ନିମ୍ନାଂଶ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀରେ ଥିବା ଇଥର୍ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହୁଛି । A ନଳୀର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱ ସହିତ EF ଦ୍ୱାର ସୂଚିତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ ଲଗିଛି । ଏହି ନଳୀଟି ପରୀକ୍ଷା ନଳୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଚୂଷକ (aspirator) ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଦେଉଛି । ଚିତ୍ରରେ ଚୂଷକଟିକୁ G ଦ୍ୱାର



ଚିତ୍ର (234)

ଚିହ୍ନିତ କରଯାଇଛି । ଚୂଷକର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଥିବା ଠିପିଟିକୁ ଖୋଲିଦେବା ଦ୍ୱାର ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ଚୂଷକରୁ କ୍ରମଶଃ ଜଳ ନିଷ୍କାସିତ ହୋଇଯାଉଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ CD ନଳୀବାଟେ ଇଥର୍ ଭିତରକୁ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରି ଯାଉଛି ଏବଂ ଏହା ଇଥର୍‌ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରିବା ପରେ EF ନଳୀବାଟ ଦେଇ ଚୂଷକ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଛି । ବାୟୁ ଇଥର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରିବା ସମୟରେ ଫୋଟକା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରଯାଇ ପାରେ । ଠିକ୍ ଏଭଳି ଅନ୍ୟ ଏକ ପରୀକ୍ଷାନଳୀ (B) ଏହି ଉପକରଣଟିରେ ଖଚିତ ହୋଇଅଛି । ଏହାର ନିମ୍ନାଂଶଟିକୁ ମଧ୍ୟ ରୁପାଦ୍ୱାର ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଛି । ଉଭୟ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ବାହ୍ୟପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକରି ତୁଳନାତ୍ମକ ଭବରେ A ନଳୀର ବାହ୍ୟ ରୂପରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ, ତାହାକୁ ଅନାୟାସରେ ଚିହ୍ନଟ୍ କରଇ ଦେବାରେ B ନଳୀଟି ସାହାଯ୍ୟ କରି ପାରୁଛି । B ନଳୀ ଭିତରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟରଟି ପରୀକ୍ଷା କଲବେଳେ କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରା ବା ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରୁଛି ।

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବାପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ଚୂଷକଟିର ଠିପିଟିକୁ ଖୋଲି ଦିଆଯାଏ । ତହିଁରୁ ଜଳ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ନିଷ୍କାସିତ ହୁଏ । ଏପରି ଘଟିବା ଯୋଗୁଁ CD ନଳୀବାଟେ ଇଥର୍ ଭିତରକୁ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରେ ଓ ତହିଁରେ ବାୟୁ ଫୋଟକା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ଇଥର୍‌ର ବାଷ୍ପୀକରଣର ହାର ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦ୍ରୁତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଇଥର୍‌ର ତାପମାତ୍ରା କମିଯାଏ । ଇଥର୍ ସହ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ପରୀକ୍ଷାନଳୀର ରୌପ୍ୟ କାଛଟି ମଧ୍ୟ ଏଥିଯୋଗୁଁ କ୍ରମଶଃ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଏହି ରୌପ୍ୟ କାଛର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ପ୍ରତି ସତର୍କ ଦୃଷ୍ଟି ନିକ୍ଷେପ କରାଯାଏ । କିଛି ସମୟପରେ ତାପମାତ୍ରା କମି କମି ଯାଇ ଏପରି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଉପନୀତ ହୁଏ ଯେ ରୌପ୍ୟକାଛକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ବାହ୍ୟ ମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଘନୀଭୂତ ହୋଇ ସେହି ରୌପ୍ୟ ଆବରଣ ଉପରେ ଜମିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ଅର୍ଥାତ୍, ରୌପ୍ୟ ଆବରଣ ଉପରେ ଶିଶିରବିନ୍ଦୁ ପତିତ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଉଭୟ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ରୌପ୍ୟକାଛ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ A ନଳୀର ରୌପ୍ୟକାଛର ବାହ୍ୟପୃଷ୍ଠ ଦେଶଟି B ନଳୀ ଅପେକ୍ଷା ମଳିନ ଦେଖାଯାଉଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଏହାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ହ୍ରାସ ହୋଇଛି । B ନଳୀରେ ଅବସ୍ଥିତି, A ନଳୀରେ ଘଟିଥିବାର ଏତାଦୃଶ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଯଥାସମୟରେ ସୂଚେଇ ଦେବାରେ ଯଥେଷ୍ଟ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ । A ନଳୀର ରୌପ୍ୟକାଛ ଉପରେ ଶିଶିରପାତ ଆରମ୍ଭ ହେବାକ୍ଷଣି ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ । ଏହି ତାପମାତ୍ରାକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଚୂଷକର ଠିପିଟିକୁ ବନ୍ଦକରି ଦିଆଯାଏ । ତଦ୍ୱାରା ତହିଁରୁ ଆଉ ଜଳ ନିଷ୍କାସିତ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ଇଥର୍ ଭିତର ଦେଇ ବାୟୁର ପ୍ରବାହ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ଇଥର୍‌ର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟେନାହିଁ ଓ ନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ଇଥର୍ ଉତ୍ତପ୍ତ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । କିଛି ସମୟପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ରୌପ୍ୟକାଛ ଉପରେ ପତିତ ହୋଇଥିବା ଶିଶିରବିନ୍ଦୁ ଗୁଡ଼ିକ କ୍ରମଶଃ ଉଭେଇ ଯାଉଛନ୍ତି । ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଶିଶିର ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକ ଉଭେଇ ଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରନ୍ତି, ତା'ର ମୂଲ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ (T_1) ସଠିକଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ବର୍ଣ୍ଣିତ ହୋଇଥିବା ଉଭୟ ତାପମାତ୍ରାର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହାଦ୍ୱାରା ସଠିକ ଶିଶିରାଙ୍କ ଜଣାପଡ଼େ । 'T_2' ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ରେନୋଁଙ୍କ ପ୍ରଦତ୍ତ ତାଲିକାରୁ ଗ୍ରହି ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଶିଶିରାଙ୍କରେ ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ଏବଂ ସେହି ତାଲିକାରୁ ମଧ୍ୟ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ପ୍ରଥମୋକ୍ତ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପକୁ ଶେଷୋକ୍ତ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ଦ୍ୱାରା ଭାଗ କରାଯାଇ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାର ମୂଲ୍ୟ ଜଣା ପଡ଼ିଯାଏ ।

ସୁବିଧା :

(i) ଇଥର ଭିତରେ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ସମୟରେ ତାର ସର୍ବତ୍ର ବାୟୁ ଫୋଟକା ସୃଷ୍ଟିହୁଏ । ଏତଦ୍ୱାରା, ମନକୁ ମନ ଇଥର୍‌ରେ ମନ୍ଥନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲେ । ତେଣୁ ଇଥର୍‌ର ସମୁଦାୟ ଅଂଶର ତାପମାତ୍ରା ସମ ପରିମାଣର ହୋଇପାରେ । ଡାନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ଆର୍ଦ୍ରତା ମାପକରେ ଏପରି କରାଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏନାହିଁ ।

(ii) ରୌପ୍ୟ ତାପ ସୁପରିବାହୀ । ତେଣୁ, ଇଥର୍‌ଠାରୁ ରୌପ୍ୟକାଛକୁ ତାପର ପ୍ରବାହ ଅତିଶୀଘ୍ର ଘଟିଥାଏ ଏବଂ କୌଣସି ଏକ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ରୌପ୍ୟକାଛର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଇଥରୀୟ ତାପମାତ୍ରା ବୋଲି ଧରିନେଲେ ଡାନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ଘଟୁଥିବା ତ୍ରୁଟି ସଦୃଶ ଏଠାରେ ବିଶେଷ ତ୍ରୁଟି ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏନାହିଁ । କାଚ ବଦଳରେ ରୂପା ନିଆଯାଇ-ଥିବାରୁ ଏହା ନିର୍ଭୁଲ ହୋଇଥାଏ ।

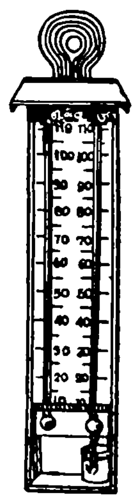
(iii) ଚୂଷକରେ ଜଳନିଷ୍କାସନର ହାରକୁ କମାଇ ଅଥବା ବଢ଼ାଇ ଦେଇ ଇଥର୍‌ର ବାଷ୍ପୀକରଣ ହାରକୁ ବଦଳାଇଦେବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ । ମାତ୍ର ଡାନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟରରେ ବାଷ୍ପୀକରଣର ହାରକୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏନାହିଁ ।

(iv) ରୌପ୍ୟକାନ୍ଥ ଉପରେ ଶିଶିରପାତର ଆବିର୍ଭାବ ଓ ବିଲୟକୁ ସହଜରେ ତଥା ସଠିକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ତୁଳନାତ୍ମକ ଭବରେ A ଓ B ଉଭୟ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ରୌପ୍ୟକାନ୍ଥ ଉପରକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକଲେ ଏହା କେତେବେଳେ ଘଟୁଛି ଜଣାପଡ଼େ । ମାତ୍ର, ଡାନିଏଲଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟରରେ ତୁଳନାତ୍ମକ ଭବରେ ଦେଖିପାରିବା ଭଳି କୌଣସି ଆୟୋଜନ କରଯାଉ ନ ଥିବାରୁ, ଯଥାସମୟରେ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏନାହିଁ ।

(3) ଶୁଷ୍କ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ଥଳୀ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର :

ପାଣିପାଗ ବିଶେଷଜ୍ଞମାନେ ଦିନକର ସର୍ବାଧିକ ଓ ସର୍ବନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଯେପରି 'ସର୍ବାଧିକ ଓ ସର୍ବନିମ୍ନ ଥର୍ମୋମିଟର' ଗୁଡ଼ିକର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇଥାନ୍ତି, ଠିକ୍ ସେହିପରି ଭବରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆର୍ଦ୍ରତାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ହାଇଗ୍ରୋମିଟରଟି ସେମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାର ବହୁଳଭବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । କେହି କେହି ଏହି ହାଇଗ୍ରୋମିଟରଟିକୁ **ମାସନ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର** ବୋଲି କହିଥାନ୍ତି ।

ଚିତ୍ର 235ରେ ଏପରି ଗୋଟିଏ ଆର୍ଦ୍ରତାମାପକର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ହାଇଗ୍ରୋମିଟରଟିକୁ ଦୁଇଟି ଥର୍ମୋମିଟରର ସମାହାରରେ ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଛାଞ୍ଚ ଉପରେ ଦୁଇଟିଯାକ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଭୂଲମ୍ବ ଭବେ ସ୍ଥାପନା କରଯାଇଥାଏ । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ମସ୍‌ଲିନ କନାଦ୍ୱାର ଆବୃତ କରଯାଇଥାଏ । ଏହି ମସ୍‌ଲିନ କନାସହ ଗୋଟିଏ ଫିତାକୁ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଇଥାଏ । ଫିତାଟିର ନିମ୍ନାଂଶକୁ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳ ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର (235)

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ମସଲିନ କନାଟିକୁ ଓ ଫିତାଟିକୁ ଜଳସିକ୍ତ କରି ଦିଆଯାଏ । ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣ ସମୟରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଥର୍ମୋମିଟର ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଖସି ଆସୁଛି ଏବଂ ଶେଷକୁ ଏହା ତତ୍‌କାଳୀନ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆର୍ଦ୍ରତା ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହି ଯାଉଛି । ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଏପରି ଭବରେ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହିଯିବା ପରେ ସେହି ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ତାପମାତ୍ରାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଅନ୍ୟ ଶୁଷ୍କ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ତତ୍‌କାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଯଦି ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଭୟ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ତାପମାତ୍ରାର ପାର୍ଥକ୍ୟ ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ । ମାତ୍ର ଯଦି ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆର୍ଦ୍ରତା ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଏହି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଖୁବ୍ କମ୍ ହୁଏ । ଯଦି ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ ଉଲ୍ଲିଖିତ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯିବା ପୂର୍ବରୁ, ଆର୍ଦ୍ର ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳୀ ଘରିପଟେ ପ୍ରାୟ ସେକେଣ୍ଡକୁ 3 ମିଟର ବା ତତୋଽଧିକ ବେଗରେ ବାୟୁର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଆର୍ଦ୍ର ଥର୍ମୋମିଟରଟି ଆବଶ୍ୟକୀୟ ତାପମାତ୍ରା ଅଧିକ ସଠିକତାର ସହ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଦିଏ ।

ଶୁଷ୍କ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ଥଳୀ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ହିସାବ କରଯାଏ, ତାହାର ବିଶଦ ବିବରଣୀ

ଆଲୋଚ୍ୟ ପାଠ୍ୟକ୍ରମର ବାହାରେ । ତେଣୁ ଏଠାରେ କେବଳ କୋଠରିର ତତ୍‌କାଳୀନ ତାପମାତ୍ରାରେ ପରୀକ୍ଷା କଲା ବେଳେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ପ୍ରକୃତରେ ଧାରଣ କରିଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଜନିତ ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଲାଗି ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ରଟିକୁ ହିଁ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଉଛି ।

ମନେକର, ଶୁଷ୍କ ଥର୍ମୋମିଟର ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରା$=\theta_2$ । ଓ ଆର୍ଦ୍ର ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ତାପମାତ୍ରା$=\theta_1$ ।

ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଚାପ$=$P । ପୁନଶ୍ଚ ମନେକର, ରେନୋଁଙ୍କ ତାଲିକାରୁ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ତାପମାତ୍ରା θ_2 ହେବା ସମୟରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ $=$F ।

ଯଦି ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ପ୍ରକୃତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଜନିତ ବାଷ୍ପଚାପର ପରିମାଣ f ହୁଏ, ତାହାହେଲେ fର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ରଟି ହେଉଛି,

$f=F-CP(\theta_1-\theta_2)$; ଏଠାରେ C ହେଉଛି ଦତ୍ତ ଉପକରଣଟିର ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।

[ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ମାନକ ହାଇଗ୍ରୋମିଟରର ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରଥମେ 'f'ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ଏବଂ ତାପରେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିରେ ପରୀକ୍ଷାରୁ ବିବିଧ ଭୌତିକ ରାଶିରମୂଲ୍ୟ ସ୍ଥାପନକରି ପ୍ରତି C ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । 'C' ଉପକରଣର ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ହେତୁ ତାହା ପୁନଃ ପୁନଃ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଅନାବଶ୍ୟକ]

C ର ମୂଲ୍ୟ ଜଣାଥିବାରୁ, ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ f ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ପାରେ,

ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା$=\frac{f}{F}$

ବା, ଶତକଡ଼ା ହିସାବରେ

ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା$=\frac{f}{F}\times 100\%$ ।

ସାରଣତଃ, ପାଣିପାଗ ବିଶେଷଜ୍ଞମାନେ 'f' ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ଏହାର ମୂଲ୍ୟକୁ ଏକ ତାଲିକା ଦେଖି ଜାଣି ପାରନ୍ତି । 'ଶୁଷ୍କ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ଥଳୀ ହାଇଗ୍ରୋମିଟରରେ ଥିବା ଶୁଷ୍କ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ଥର୍ମୋମିଟରଦ୍ୱୟରୁ ଅନୁରୂପ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲା ପରେ, ଏହି ତାଲିକାରୁ 'f' ର ମୂଲ୍ୟ ଅନାୟାସରେ ମିଳିଯାଏ । ଏହି ତାଲିକାଟିକୁ **ସ୍ମିଥ୍‌ସନ୍‌ଙ୍କ ତାଲିକା** (Smithsonian table) କହନ୍ତି ।

ମନେକର ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପରିଚାଳିତ କରାଯିବା ପରେ ଦେଖାଗଲା ଯେ ଶୁଷ୍କ ଥର୍ମୋମିଟର ତାପମାତ୍ରା 25°C ଏବଂ ଆର୍ଦ୍ର ଥର୍ମୋମିଟର ତାପମାତ୍ରା 20°C ହୋଇଛି । ତେଣୁ, ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରଭେଦ$=$5°C । ଉକ୍ତ ତାଲିକାରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ 25°C ତାପମାତ୍ରା ପାଇଁ ଅନୁରୂପ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପର ବା Fର ମୂଲ୍ୟ 23·6 ମିଲି ମିଟର ଓ ତାପମାତ୍ରା 5°C ପ୍ରଭେଦ ପାଇଁ ଅନୁରୂପ 'F'ର ମୂଲ୍ୟ 14·3 ମି:ମି:

∴ ଶତକଡ଼ା ହିସାବ ଅନୁଯାୟୀ,

$$\text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = \frac{f}{F}\times 100\%$$
$$= \frac{14\cdot3}{23\cdot6}\times 100\%$$
$$=60\cdot5\%$$

ଶୁଷ୍କ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ଥଳୀ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ପାଇଁ ସ୍ମିଥ୍‌ସନଙ୍କ ତାଲିକା:

[ଏହି ତାଲିକାଟିର ପ୍ରଥମ ସ୍ତମ୍ଭରେ ଶୁଷ୍କ ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରା ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇଛି ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ, ତୃତୀୟ, ଚତୁର୍ଥ...ଇତ୍ୟାଦି ସ୍ତମ୍ଭ ମାନଙ୍କରେ ଶୁଷ୍କ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ତାପମାତ୍ରା ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିବିଧ ପ୍ରଭେଦ ପାଇଁ ଅନୁରୂପ ବାଷ୍ପ ଚାପ (f) ମି:ମି;

ଆକାରରେ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଉଭୟ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ 0°C ହୋଇଥିବା ବେଳେ ତାଲିକାରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ବାଷ୍ପଗ୍ରପ, ସେହି ତାପମାତ୍ରାରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଗ୍ରପ (f) କୁ ହିଁ ବୁଝାଉଛି ।]

t°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	9.2	8.0	6.8	5.7	4.6	3.5	2.5	1.5	0.5		
11	9.8	8.6	7.4	6.2	5.1	4.0	2.9	1.9	0.9		
12	10.5	9.2	8.0	6.8	5.6	4.5	3.4	2.3	1.3		
13	11.2	9.8	8.6	7.3	6.2	5.0	3.9	2.8	1.7		
14	11.9	10.6	9.2	8.0	6.7	5.6	4.4	3.3	2.2	1.1	
15	12.7	11.3	9.9	8.6	7.4	6.1	5.0	3.8	2.7	1.6	0.5
16	13.5	12.1	10.7	9.3	8.6	6.8	5.5	4.3	3.2	2.1	1.0
17	14.4	13.0	11.5	10.1	8.7	7.4	6.2	4.9	3.7	2.6	1.5
18	15.4	13.8	12.3	10.9	9.5	8.1	6.8	5.5	4.3	3.1	2.0
19	16.4	14.7	13.2	11.7	10.3	8.9	7.5	6.2	4.9	3.7	2.5
20	18·5	16·8	15·1	13·5	12·0	10·5	9·0	7·6	6·3	5·0	3·7
21	18.5	16.8	15.1	13.5	12.0	10.5	9.0	7.6	6.3	5.0	3.7
22	27.5	25.3	23.1	21.1	19.1	17.2	15.3	13.6	11.9	11.9	10.2
23	20.9	19.0	17.3	15.6	13.9	12.3	10.8	9.2	7.8	6.4	5.1
24	22.2	20.3	18.4	16.6	14.6	13.3	11.7	10.1	8.7	7.2	5.8
25	23.6	21.6	19.7	17.8	16.0	14.3	12.7	11.1	9.5	8.0	6.6
26	25.0	22.9	21.9	19.0	17.2	14.5	13.7	12.1	10.5	8.9	7.[illegible]
27	26.5	24.9	22.3	20.3	18.4	16.6	14.8	13.1	11.4	9.8	8.3
28	28.1	25.9	23.7	21.7	19.7	17.6	16.0	14.2	12.5	10.8	9.2
29	29·8	27·5	25·3	23·1	21·1	19·1	17·2	15·3	13·6	11·9	10·2
30	31.6	29.2	26.9	24.6	22.5	20.5	18.5	16.6	14.7	13.0	11.2

36·5 ପ୍ରକୃତରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ :

ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ଯୋଗୁ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ରୂପ ଦେଖାଯାଏ ।

ଶିଶିର :

ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଉନ୍ମୁକ୍ତ ଥିବା ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଜମି ଯାଉଥିବା ଜଳକଣା ଗୁଡ଼ିକୁ ଶିଶିର କୁହାଯାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ କମି କମି ଶିଶିରାଙ୍କଠାରୁ କମ୍ ହୋଇ ଉକ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଘନୀକରଣ ହୁଏ ଏବଂ ଏହି ଶିଶିରବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ରାତ୍ରି କାଳରେ, ଭୂପୃଷ୍ଠର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ତାପ ବିକିରଣ କରି ନିଜର ତାପ-ମାତ୍ରାରେ କ୍ରମ ହ୍ରାସ ଘଟାଇ ଥାନ୍ତି । ତେଣୁ, ଏହି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରଭାବରେ ଆସି ସଂପୃକ୍ତ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ମଧ୍ୟ କ୍ରମଶଃ ଶୀତଳ ହୋଇଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା କମି କମି ଉକ୍ତ ଜଳୀୟବାଷ୍ପକୁ ସଂତୃପ୍ତ କରିଦେବା ଅବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚେ, ସେତେବେଳେ ତାପ-ମାତ୍ରା ଅଧିକ କମି ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ଜଳକଣା ଭୂପୃଷ୍ଠସ୍ଥ ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥରେ ପତିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାକୁ ଶିଶିର ପାତ କୁହାଯାଏ । ମେଘ ମୁକ୍ତ ପରିଛନ୍ନ ରାତିରେ ଘାସ, ପତ୍ର ଓ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକରେ ଶିଶିର ପାତ ହୋଇଥାଏ ।

କୃତ୍ରିମ ଉପାୟରେ ମଧ୍ୟ ଶିଶିର ପାତ କରାଯାଇ ପାରେ । ଗୋଟିଏ କାଚ ପାତ୍ରରେ ବରଫ ମିଶ୍ରିତ ଜଳ ରଖି ଦେଲେ, ଆମେ ଦେଖୁ ଯେ କାଚ ଗିଲାସର ବାହ୍ୟ କାନ୍ଥ ଉପରେ ଶିଶିର ପାତ ଘଟୁଛି । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ଥଣ୍ଡା ଗିଲାସର ସଂସର୍ଶରେ ଆସି ତାକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଶୀତଳ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ତତ୍କାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ ଶିଶିରାଙ୍କଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ, ସମ୍ପୃକ୍ତ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ହୋଇ କାଚ ଗିଲାସର ବାହ୍ୟ କାନ୍ଥରେ ଜମିଯାଏ ।

ଶିଶିର ପାତର ପରିମାଣ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦୁଇଟି କାରଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

(କ) ଆକାଶର ଅବସ୍ଥା :

ଆକାଶ ପରିଷ୍କାର ଥିଲେ ଶିଶିର ପାତ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ଆକାଶ ମେଘାଛନ୍ନ ଥିଲେ ଶିଶିର ପାତର ପରିମାଣ ଯଥେଷ୍ଟ କମି ଯାଏ । ଆକାଶ ପରିଷ୍କାର ଥିବା ସମୟରେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଓ ତାହା ସନ୍ନିହିତ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ନିଜଠାରୁ ତାପ ବିକିରଣ କରି ଥଣ୍ଡା ହୋଇ ଯିବାକୁ ସୁବିଧା ପାଇଥାନ୍ତି ।

(ଖ) ପବନ :

ମୃଦୁ ପବନ ଶିଶିର ପାତ ପାଇଁ ଅନୁକୂଳ ପରିବେଶ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଉପରେ ଅଧିକ ଶିଶିରପାତ ହୋଇଥାଏ ।

(i) ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ଯେତେ ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ନିଜଠାରୁ ତାପ ବିକିରଣ କରେ, ତା ପୃଷ୍ଠଦେଶ ସେତେ ଅଧିକ ଥଣ୍ଡା । ପାଲିସ କରା ପୃଷ୍ଠଦେଶ ବିଶିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥ ତାପ ବିକିରଣରେ ଅପାରଗ ଅଟେ । ତେଣୁ ସେପରି ପଦାର୍ଥରେ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ଶିଶିର ପାତ ହୁଏ ।

(ii) ଭୂପୃଷ୍ଠର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ପଦାର୍ଥ ଉପରେ ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ଶିଶିର ପାତ ଘଟି-ଥାଏ । କାରଣ ରାତ୍ରି କାଳରେ ତାପ ବିକିରଣ କରି ଭୂପୃଷ୍ଠ ଅତି ଶୀଘ୍ର ଶୀତଳ ହୁଏ । ତଦ୍ ସନ୍ନିହିତ ପଦାର୍ଥ ସବୁ ମଧ୍ୟ ଶୀଘ୍ର ଶୀତଳ ହେବାର ସୁବିଧା ପାଇଥାନ୍ତି ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ଶିଶିର ପାତ ହୁଏ ।

ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଶିଶିର ପାତ ହୁଏ, ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ଯଦି 0°Cରୁ କମିଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଶିଶିର ବିନ୍ଦୁ ବା ଜଳକଣାଗୁଡ଼ିକ ଜମାଟ ବାନ୍ଧି ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି । ଏହାକୁ **ତନ୍ତୁ ହିମ** (hoar frost) ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ଅତିଶୀଘ୍ର ସ୍ୱକୀୟ ତାପ ତ୍ୟାଗ କରି ସ୍ୱ ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟାଇ ପାରେ, ତାର ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ତନ୍ତୁ ହିମ ଗଠିତ ହେବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଏପରି ପଦାର୍ଥର ଅଭିମୁଖୀ ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ତନ୍ତୁ ହିମ ପାତ ହୁଏ । ଘାସ ଓ ପତ୍ର ଉପରେ 'ତନ୍ତୁ ହିମ' ପାତ ମଧ୍ୟ ହୋଇଥାଏ ।

କୁଜ୍‌ଝଟିକା ଓ କୁହୁଡ଼ି (fog and mist) :

ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଏକ ବିସ୍ତୃତ ଅଞ୍ଚଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ଯୋଗୁଁ କୁଜ୍‌ଝଟିକା ଓ କୁହୁଡ଼ି ହୁଏ । କୁଜ୍‌ଝଟିକା ଓ କୁହୁଡ଼ି ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ଆର୍ଦ୍ରଭୂମି ର ତାପମାତ୍ରା ବାୟୁ ମଣ୍ଡଳୀୟ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟି ଆର୍ଦ୍ରଭୂମିରେ ଥିବା ଜଳବାଷ୍ପ ଆକାରରେ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ । ଏହି ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗାମୀ ବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ହୁଏ । ଏହାକୁ କୁହୁଡ଼ି କହନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ଶୀତଋତୁରେ କୁଜ୍‌ଝଟିକା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

ଗୋଟିଏ ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଉନ୍ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ରଖିଦେଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ତହିଁରେ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ (Sublimation) ଘଟୁଛି । ଅର୍ଥାତ୍ ବରଫ ଖଣ୍ଡର ପୃଷ୍ଠ-ଦେଶରୁ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ନିର୍ଗତ ହୋଇ ତାକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଜମିଯାଉଛି । ଏପରି ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ସମ୍ପୃକ୍ତ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସଘଟି ସଂତୃପ୍ତ ହୋଇ ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ ଘଟୁଛି । ତେଣୁ ବରଫ ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗରେ ଘେରି ରହିଥିବା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ କୁହୁଡ଼ିଦ୍ୱାର ଆଚ୍ଛାଦିତ ହୋଇଥିବା ପରି ଜଣାପଡୁଛି । କୃତ୍ରିମ ଉପାୟରେ କୁହୁଡ଼ି ସୃଷ୍ଟି କରିବାର ଏହା ଗୋଟିଏ ପ୍ରକୃଷ୍ଟ ଉଦାହରଣ ।

କୁହୁଡ଼ି ଅତ୍ୟନ୍ତ ବହଳିଆ ବା ଘନ ହୋଇଗଲେ ତାହାକୁ କୁଜ୍‌ଝଟିକା କହନ୍ତି । ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଘନୀକରଣ କମ୍ ହୋଇଥିଲେ ତାକୁ କୁହୁଡ଼ି କହନ୍ତି । ମାତ୍ର, ଏହାର ଘନୀଭବନର ମାତ୍ରା (degree of codensation) ଅଧିକ ହୋଇଗଲେ, କୁହୁଡିକୁ କୁଜ୍‌ଝଟିକା କୁହାଯାଏ ।

ସାଧାରଣତଃ ଭୋରରେ ଖରା ପଡ଼ିଯିବା ପରେ ବା ମଧ୍ୟାହ୍ନ ପୂର୍ବରୁ କୁଜ୍‌ଝଟିକାର ଧାରନ୍ତ ହୋଇଯାଏ । କାରଣ ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ପରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଆଉ କୁଜ୍‌ଝଟିକା ଦୃଷ୍ଟି ଗୋଚର ହେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏନାହିଁ ।

ମେଘ (Clouds) :

ମେଘ ଓ କୁଜ୍‌ଝଟିକା ମଧ୍ୟରେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ କୌଣସି ପାର୍ଥକ୍ୟ ନାହିଁ । ଅଧିକ ଉଚ୍ଚତାରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା କୁଜ୍‌ଝଟିକାକୁ ମେଘ କୁହାଯାଏ । ଏଣୁ କୁଜ୍‌ଝଟିକା ହେଉଛି ଅଳ୍ପ ଉଚ୍ଚତାରେ ସୃଷ୍ଟିମେଘ । ବାଷ୍ପନ ଯୋଗୁ ହ୍ରଦ ଓ ସମୁଦ୍ରର ଜଳରାଶି ବାଷ୍ପୀ-କରଣ ହୋଇ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗାମୀ ହୁଏ । ଭୂପୃଷ୍ଠଠାରୁ ଅଧିକ ଉଚ୍ଚତାରେ ଏହି ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱଗାମୀ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଘନୀକରଣ ହୋଇଯାଇ ଜଳକଣାରେ ପରିଣତ ହୁଏ ଏବଂ ମେଘ ସୃଷ୍ଟିକରେ । ମେଘକୁ ଚାରିଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇ ପାରେ :

(i) ନିମ୍ବସ୍ (Nimbus)
(ii) ଷ୍ଟ୍ରାଟସ୍ (Stratus),
(iii) କ୍ୟୁମୁଲସ୍ (Cumulus) ଓ
(iv) ସିରସ୍ (Cirus)

ନିମ୍ବସ :

ଏହି ମେଘକୁ ବର୍ଷୁକମେଘ (Rain clouds) କୁହାଯାଏ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଭୂପୃଷ୍ଠଠାରୁ 3000 ଫୁଟରୁ 4000 ଫୁଟ ଉଚ୍ଚତା ଭିତରେ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାର କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ଏହାର ବର୍ଣ୍ଣ ସର୍ବତ୍ର ପ୍ରାୟ ସମପରିମାଣରେ ଧୂସର (Uniform gray) ଦେଖାଯାଏ ।

ଷ୍ଟ୍ରାଟସ୍ :

ଏହାକୁ ଅନେକେ 'ସୁପାଗମେଘ' (Fine-weather cloud) ବୋଲି କହନ୍ତି । କେହି କେହି ଏହାକୁ ସ୍ତରୀଭୂତ ମେଘ କହିଥାନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟାସ୍ତ ସମୟରେ ସାଧାରଣତଃ ଏପରି ମେଘ ଦେଖାଯାଏ । ଶରତ ଋତୁରେ ଆକାଶରେ ଅନେକ ସମୟରେ ଆକାଶର ଏକ ବିସ୍ତୃତ ଅଞ୍ଚଳରେ ଏପରି ମେଘ ଭୂସମାନ୍ତର ଭାବରେ ରହିଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଭୂପୃଷ୍ଠଠାରୁ 2000 ଫୁଟ ଉପରେ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ ।

କ୍ୟୁମୁଲସ୍ :

ଏପରି ମେଘ, ପର୍ବତ ଉପରେ ଲଦି ହୋଇଥିବା ପରି ଦେଖାଯାଏ । ଏହାକୁ କପାସୀ ମେଘ କୁହାଯାଏ ଗ୍ରୀଷ୍ମଋତୁରେ ସକାଳେ ଅନେକ ସମୟରେ ଏପରି ମେଘ ଦେଖାଯାଏ । ସନ୍ଧ୍ୟାକୁ ଏହା ଆଉ ଆକାଶରେ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଭୂପୃଷ୍ଠଠାରୁ 4000 ଫୁଟରୁ 5000 ଫୁଟ ଉଚ୍ଚତାରେ ଭାସୁଥାଏ ।

ସିରସ୍ :

ଶୁଭ୍ରମେଘ ଖଣ୍ଡର ସମାହାରରେ ଏହା ଗଠିତ । ଏହା ଶୁଭ୍ର ତନ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ପରି ଜଣାପଡେ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ପକ୍ଷାଭ ମେଘ କୁହାଯାଏ । ଭୂପୃଷ୍ଠଠାରୁ ସାଧାରଣତ ଏହା 2700 ଫୁଟ ଉଚ୍ଚତାରେ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ ।

ମେଘ ସୃଷ୍ଟିର ବିବିଧ କାରଣ :

(i) ଅଧିକ ଉଚ୍ଚତାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

(ii) ଦିବାକାଳର ଉତପ୍ତ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁସ୍ରୋତର ଚାପ ଉଚ୍ଚତାନୁଯାୟୀ କମି କମି ଯାଏ । ତେଣୁ ଅଧିକ ଉଚ୍ଚତାରେ ଏହି ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁ ଖେଳାଇ ହୋଇଯାଏ । ବିସ୍ତାର ଲାଭ କରୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ହ୍ରାସଘଟେ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରା ହ୍ରାସ ଯୋଗୁଁ, ଏହି ବାୟୁରେଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଘନୀଭୂତ ହୋଇଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ମେଘ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ ।

(iii) ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥଣ୍ଡା ବାୟୁସ୍ରୋତ ସହିତ ଉତପ୍ତ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁସ୍ରୋତର ମିଶ୍ରଣ ଘଟିଥାଏ । ଏହି ମିଶ୍ରଣ ଯୋଗୁଁ ଉତପ୍ତ ଓ ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ, ତହିଁରେ ଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଘନୀଭୂତ ହୋଇଯାଇ ବାଦଲ ସୃଷ୍ଟିକରେ ।

ବର୍ଷା (Rains) :

ଆଗରୁ ବୁଝାଇ ଦିଆଗଲା ଯେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଘନୀଭୂତ ହେବା ଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଉପରି ଭାଗରେ ମେଘ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ । ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଘନୀଭବନ ଯୋଗୁଁ ତାହା ସାନ ସାନ ବିନ୍ଦୁ ଆକାରରେ ଜମିଯାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ବହୁତ ଧୂଳିକଣା ଉଡ଼ି ବୁଲୁଥାଏ । ଜଳବିନ୍ଦୁ ସବୁ ଏହି ଧୂଳିକଣା ଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ ଜମିଯାଏ । ଏହିପରି ବହୁତ ବିନ୍ଦୁ ଏକତ୍ର ଆକାଶରେ ଭେଳା-ଭେଳା ହୋଇ ଭସିଲେ, ତାକୁ ମେଘ କହନ୍ତି । ଘନୀଭବନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅଧିକ ସମୟପାଇ ସଂଘଟିତ ହେଲେ ଏହି ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକର ଆକାର କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ିଯାଏ ଓ ସେଗୁଡ଼ିକ ଓଜନିଆ ହୋଇଯାଏ । ଶେଷକୁ ଏଗୁଡ଼ିକ ଏକତ୍ରିତ ହୋଇ ଓଜନିଆ ଠୋପା ହୁଅନ୍ତି । ଏବଂ ତଳକୁ ଖସିପଡ଼ନ୍ତି । ଏହି ଜଳବିନ୍ଦୁ ଗୁଡ଼ିକର ପତନକୁ ବର୍ଷା କୁହାଯାଏ । ଅଧିକ ଉଚ୍ଚତାରୁ ଏହି ଜଳବିନ୍ଦୁ ଗୁଡ଼ିକ ତଳକୁ ଖସିବା ସମୟରେ ସେଗୁଡ଼ିକର ଆକାର ଛୋଟ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଖସୁଥିବା ସମୟରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ତରରୁ ଘନୀଭୂତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ସଂଗ୍ରହ କରି ସେଗୁଡ଼ିକ ନିଜ ନିଜର ଆକାରରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇ ଥାଆନ୍ତି ।

24 ଘଣ୍ଟା ସମୟ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଏକସ୍ଥାନରେ ଯେତିକି ପରିମାଣର ବର୍ଷା ହୋଇଥାଏ ତାହାକୁ ମାପିଦେବା ଲାଗି **ବୃଷ୍ଟିମାପକ** (Rain-gauge) ନାମକ ଏକପ୍ରକାର ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ପାଣିପାଗ ବିଶେଷଜ୍ଞମାନେ ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରି କୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନରେ ଦୈନିକ ବର୍ଷାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ।

ତୁଷାର (Snow) :

ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଅଧିକ ଘନୀକରଣ ହୋଇ ସିଧାସଳଖ କଠିନାବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ ହୋଇଗଲେ, ତାହାକୁ ତୁଷାର କହନ୍ତି । ଏହି ତୁଷାର ଖଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଭାସୁ. ଥାଆନ୍ତି । ମେରୁଅଞ୍ଚଳରେ ଅନେକ ସମୟରେ ତୁଷାରପାତ ଘଟିଥାଏ । ଏପରି ଅଞ୍ଚଳରେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ସର୍ବଦା ତୁଷାରଛନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ଉଚ୍ଚ ପର୍ବତ ଗୁଡ଼ିକର ଶିଖରରେ ମଧ୍ୟ ତୁଷାରପାତ ଘଟେ ।

କରକା (Hails) :

କ୍ଷୁଦ୍ର ବା ବୃହତ୍ ଆକାର ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫଖଣ୍ଡ ବର୍ଷାଜଳ ସହିତ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପତିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ କରକା ବା କୁଆପଥର କୁହାଯାଏ । ବେଳେ ବେଳେ ଅତି

ବଡ଼ ବଡ଼ କୁଆପଥର ବର୍ଷାଜଳ ସହିତ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପଡ଼େ । ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ କରକା ବା କୁଆପଥରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 2 ପାଉଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇଥିବାର ଜଣାଯାଇଛି ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଗୋଟିଏ ରସାୟନିକ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ 3 ଘନ ମିଟର ଆର୍ଦ୍ର ବାୟୁ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ବେଳେ U— ନଳୀଗୁଡ଼ିକରେ 25·2 ଗ୍ରାମ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଇଛି । ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

(2) ଯଦି ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା 30°C ହୋଇଥିବା ବେଳେ ଶିଶିରାଙ୍କ 15°C ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ରେନୋଁଙ୍କ ତାଲିକାରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ, 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ=12·7 ମି:ମି: ଏବଂ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ=31·5 ମି: ମି: ।

$$\therefore \text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା} = \frac{\text{ଶିଶିରାଙ୍କରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ}}{30°C \text{ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ}} \times 100$$

$$= \frac{12·7}{31·5} \times 100 = 40·3\%$$

∴ ତତ୍କାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା=40·3%

(3) ଯଦି ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ତାପମାତ୍ରା 30°C ହୋଇଥିବା ବେଳେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଶିଶିରାଙ୍କ 15°C, ତାହାହେଲେ ତତ୍କାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ=12·7 ମି:ମି:]

ଶିଶିରାଙ୍କରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ=କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁ ପ୍ରକୃତରେ ଧାରଣ କରିଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପର ବାଷ୍ପଚାପ । ଏଠାରେ, ଶିଶିରାଙ୍କ 15°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ 12·7 ମି:ମି: ।

∴ 30°C ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଚାପ=12·7 ମି:ମି: ।

(4) ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରାରେ 27·9°C ଥିବା ସମୟରେ ଶିଶିରାଙ୍କ ମୂଲ୍ୟ 20·4°C ହେଉଛି । ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟାବଳୀର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର:—

ତାପମାତ୍ରା	ଜଳର ବାଷ୍ପଚାପ
20°C	17·54 ମି:ମି:
21°C	18·65 ମି:ମି:
27°C	26·75 ମି:ମି:
28°C	28·36 ମି:ମି:

ପ୍ରଥମ ତଥ୍ୟ ଦୁଇଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ଶିଶିରାଙ୍କରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ପ୍ରଥମେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଉ:—

20°C ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଥିବା ବେଳେ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି =(18·65—17·54) ମି:ମି:=1·11 ମି:ମି: ।

∴ 20°C ଠାରେ ତାପମାତ୍ରାରେ 0·4°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ବେଳେ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି=1·11 ×0·4=0·444 ମି: ମି: ।

∴ 20·4°C ଠାରେ ବା ଶିଶିରାଙ୍କଠାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ=17·54 +0·444=17·984 ମି:ମି:

ଶେଷୋକ୍ତ ତଥ୍ୟ ଦୁଇଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ 27·9°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉ :—

27°C ଠାରେ ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ବେଳେ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି
=(28·36—26·75 ମି:ମି:)
=1·61 ମି:ମି: ।

∴ 27°C ଠାରେ ତାପମାତ୍ରାରେ 0·9°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବାବେଳେ ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି=1·61 ×0·9=1·449 ମି:ମି: ।

∴ 27·9°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ=26·75+1·449
=28·199 ମି:ମି: ।

$$\therefore \text{ଆପେକ୍ଷିକ ଆଦ୍ର୍ତା} = \frac{\text{ଶିଶିରାଙ୍କରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ}}{\text{27·9°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ}} \times 100$$

$$= \frac{17{\cdot}984}{28{\cdot}199} \times 100 = 63{\cdot}8\,\%$$

∴ ତତ୍କାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଆଦ୍ର୍ତା=63·8 %

(5) କୌଣସି ଏକ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରାର 15°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଥିବା ଶିଶିରାଙ୍କ 8°C ହେଉଛି । ସେହି ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରାକୁ 10°C କରି ଦିଆଗଲେ, ଶିଶିରାଙ୍କ କେତେ ହେବ ? [7°C ଓ 8°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ 7·49 ମି:ମି: ଓ 8·02 ମି:ମି:]

ଶିଶିରାଙ୍କରେ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ । ତେଣୁ 15°C ତାପ-ମାତ୍ରାରେ ଦତ୍ତ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି । ପୁଣି, ତାପମାତ୍ରା 10°C ହେଉଥିବା ସମୟରେ, ଏହି ତାପମାତ୍ରା ଶିଶିରାଙ୍କଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇ ଥିବାରୁ, ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ସେହି ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନରେ ଅସଂତୃପ୍ତ ଅବସ୍ଥାରେ ହିଁ ରହୁଛି । ଅସଂତୃପ୍ତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଗ୍ୟାସ୍ ସଦୃଶ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାଏ, ତେଣୁ ଏଠାରେ ଅସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ ପରମ ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନୁପାତୀ ।

$$\therefore \frac{\text{15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ବାଷ୍ପଚାପ}}{\text{10°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ବାଷ୍ପ ଚାପ}} = \frac{15+273}{10+273}$$

ମାତ୍ର, 15°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ବାଷ୍ପଚାପ=ଶିଶିରାଙ୍କରେ ବା 8°C ତାପମାତ୍ରା ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ=8·02 ମି:ମି:

$$\therefore \frac{8{\cdot}02}{\text{10°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ବାଷ୍ପଚାପ}} = \frac{288}{283}$$

$$\text{ବା 10°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ବାଷ୍ପ ଚାପ} = \frac{283 \times 8{\cdot}02}{288} = 7{\cdot}88 \text{ ମି.ମି}$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେବ ଯେ କେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳରେ ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଚାପ 7·88 ମି:ମି: ହୋଇ ଯାଉଛି; କାରଣ ଏହି ତାପମାତ୍ରା ହିଁ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଶିଶିରାଙ୍କ ଯୋଗାଇ ଦେବ ।

ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁସାରେ, ତାପମାତ୍ରାରେ 1°C ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ଚାପ (8·02—7·49) ମି:ମି: ବା 0·53 ମି:ମି: କମିଯାଉଛି ।

∴ ଗ୍ରପ (8·02—7·88) ମି:ମି:

ବା 0·14 ମି:ମି: କମିଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଶିଶିରାଙ୍କ $\frac{0\cdot14}{0\cdot53}$ ବା 0·26°C

ହ୍ରାସ ଘଟିବ । ।

∴ ଆବଦ୍ଧ ସ୍ଥାନଟିର ତାପମାତ୍ରା 10°C ହେବା ସମୟରେ ଶିଶିରାଙ୍କ

=(8—0·26)°C ବା 7·74°C

[ବି: ଦ୍ର:—ଏଠାରେ ଗ୍ରପର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଶିଶିରାଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହ ପ୍ରାୟ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଛି ବୋଲି ଧରିନେଇ ପ୍ରଶ୍ନଟିର ସମାଧାନ କରଯାଉଛି ।

କ୍ଲାଉଡ୍ ଚ୍ୟମ୍ବର ଓ ବବ୍‌ଲଚ୍ୟମ୍ବର (Cloud chamber and bubble chamber) :

ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଦୁଇପ୍ରକାର ଯନ୍ତ୍ର ନିର୍ମିତ ହୋଇଛି । ଏଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରିବାଦ୍ୱାରା ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ନିଉକ୍ଲିୟସୀୟ ଘଟଣାଗୁଡ଼ିକୁ ଦେଖିପାରିବାକୁ ବା ସେଗୁଡ଼ିକର ଫଟୋ ଉତ୍ତୋଳନ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହେଉଛନ୍ତି । ୧୮୯୮ ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ଅବିସ୍ମରଣୀୟ ବ୍ରିଟିଶ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ସି: ଟି: ଆର୍: ଉଇଲ୍‌ସନ୍ ପରୀକ୍ଷା କରି ଜାଣିଲେ ଯେ ଅତ୍ୟଧିକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପଧାରିତ ଅତି ସନ୍ତୃପ୍ତ (Supersaturated) ବାୟୁରେ ଥିବା ଆୟନଗୁଡ଼ିକ ଘନୀଭବନ କେନ୍ଦ୍ରରୂପେ (Condensing centres) କାର୍ଯ୍ୟ ତୁଲାଇ ପାରନ୍ତି । ଅର୍ଥାତ୍, ଏପରି ବାୟୁରେଥିବା ଆୟନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଚାରିପଟେ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଘନୀଭୂତ ହୋଇ କ୍ଷୁଦ୍ରାକୃତି ଜଳବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକୁ (Water droplets) ଗଠନ କରେ । 1912 ମସିହାରେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଉଇଲ୍‌ସନ କ୍ଲାଉଡ୍ ଚ୍ୟମ୍ବର ନାମକ ଏକ ଦରକାରୀ ଯନ୍ତ୍ର ନିର୍ମାଣ କଲେ । ବସ୍ତୁକଣିକା (Particle) ବା କୌଣସି ରଶ୍ମି ଏହି ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଭିତର ଗତିକଲେ ଏହାର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଥିବା ବାୟୁ ବା ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଆୟନିତ କରିଦିଏ । ଯନ୍ତ୍ରଟିର ନିର୍ମାଣ କୌଶଳ ଅତି ସରଳ ।

ଗୋଟିଏ ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ ବାୟୁ (ବା କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍) ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହି ପ୍ରକୋଷ୍ଠର ତଳ ମୁହଁ ଆଡ଼କୁ ଏହା ସହିତ ଗୋଟିଏ ପିଷ୍ଟନ ବା ଗୋଟିଏ ରବର ନଳୀ ଲାଗିଥାଏ । ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟିକୁ ହଠାତ୍ ତଳକୁ ଖସାଇ ଆଣିଲେ ବା ରବର ନଳୀଟିକୁ ତଳଆଡ଼କୁ ଟାଣିଦେଲେ ପ୍ରକୋଷ୍ଠର ଆୟତନ ବଢ଼ିଯାଏ । ତେଣୁ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ବାୟୁର ପ୍ରସାରଣ ଘଟେ । ଏହି ପ୍ରସାରଣକ୍ଷମ ବାୟୁ କାର୍ଯ୍ୟ ନିର୍ବାହ କରିବା ହେତୁ ଶକ୍ତି ହରାଏ ଏବଂ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, ଏପରି କରିବାଦ୍ୱାରା ବାୟୁ ଅତ୍ୟଧିକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଧାରଣକରି ଅତିସନ୍ତୃପ୍ତ (Supersaturated) ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୁଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରକୋଷ୍ଠର ଉପରଆଡ଼କୁ ଥିବା ଏକ ବିଶେଷଧରଣର ପରଦା (Diaphragm) ବାଟେଯଦି ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଭିତରେ ବସ୍ତୁକଣିକା ବା କୌଣସି ରଶ୍ମି ପ୍ରବେଶ କରିବା ପୂର୍ବକ ବାୟୁକୁ ଆୟନିତ କରିଦିଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ଆୟତନଗୁଡ଼ିକର ଚାରିପଟେ ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଘନୀଭବନ ଘଟେ । ଏପରି ଘଟୁଥିବା ହେତୁ ସମ୍ପୃକ୍ତ ଆୟତନଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷୁଦ୍ରାକୃତି ଜଳବିନ୍ଦୁ ସଦୃଶ ପ୍ରତିଭାତ ହୁଅନ୍ତି । ଅର୍ଥାତ୍, ବସ୍ତୁ କଣିକା ବା ରଶ୍ମି କ୍ଲାଉଡ୍ ଚ୍ୟମ୍ବର ଭିତରେ ଯେଉଁ ବାଟ ଦେଇ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ, ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ଆୟନଗୁଡ଼ିକ ସେହି ପଥରେ ଛୋଟ ଛୋଟ ଜଳବିନ୍ଦୁ ଆକାରରେ ପ୍ରତିଭାତ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି କ୍ଷୁଦ୍ରାକୃତି ଜଳବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକର ସମାହାରରେ ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ପଥ (Trail) କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରି ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ଏହି ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ପ୍ରବେଶ କରିଥିବା ବସ୍ତୁକଣିକା ବା ରଶ୍ମି ସମ୍ପର୍କରେ ବିବିଧ ଜ୍ଞାତବ୍ୟ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରନ୍ତି । ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଆଲୋକ ଉତ୍ସ ଦ୍ୱାରା

ପ୍ରଭାବିତ କରାଗଲେ କ୍ଷୁଦ୍ରାକୃତି ଜଳବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ପଥକୁ ସ୍ପଷ୍ଟଭାବରେ ଦେଖିପାରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ବା ଏହାର ଫଟୋ ଉତ୍ତୋଳନ କରାଯାଏ । ଉଇଲ୍‌ସନ୍‌ଙ୍କ କ୍ଲାଉଡ୍ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଯୋଗୁଁ ନିଉକ୍ଲିୟସୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ଅଶେଷ ସମୃଦ୍ଧି ସାଧିତ ହେଉଛି ।

ବବ୍‌ଲ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ଅତି ଉତ୍ତପ୍ତ (Superheated) ତରଳ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଏଥିପାଇଁ ପ୍ରୋପେନ୍ ବା ଉଦ୍‌ଜାନ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ତରଳ ବସ୍ତୁକୁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଚାପ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ କରାଯାଇ ଏପରିଭାବରେ ରଖାଯାଇଥାଏ ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ସେହି ତରଳ ବସ୍ତୁର ମାନକ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କଠାରୁ (Normal boiling point) ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ । ଏପରିଭାବରେ ରଖାଯାଇଥିବା ତରଳ ବସ୍ତୁର ଚାପକୁ ହଠାତ୍ କମାଇ ଦିଆଯାଏ । (ଏହିପାଇଁ ମଧ୍ୟ କ୍ଲାଉଡ୍ ପ୍ରକୋଷ୍ଠର ଅନୁରୂପ ଯାନ୍ତ୍ରିକ କୌଶଳ ଅବଲମ୍ବନ କରାଯାଏ ।) ଏତଦ୍ୱାରା ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ତରଳ ବସ୍ତୁଟି ଅତି ଉତ୍ତପ୍ତ (Superheated) ହୋଇଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଭିତର ଦେଇ ଉଚ୍ଚଶକ୍ତି ଧାରିତ ବସ୍ତୁକଣିକା (High energy particle) ବା କୌଣସି ରଶ୍ମି ଯେଉଁ ପଥଦେଇ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ, ସେହି ସ୍ଥାନମାନଙ୍କରେ ବାଷ୍ପ ବୁଦ୍‌ବୁଦଗୁଡ଼ିକ (Vapour bubbles) ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି ବାଷ୍ପ ବୁଦ୍‌ବୁଦମାନଙ୍କ ସମାହାରରେ ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ପଥ (Trail)କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକରି ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ବୁଦ୍‌ବୁଦ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ପ୍ରବେଶ କରିଥିବା ବସ୍ତୁକଣିକା ବା ରଶ୍ମି ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାତବ୍ୟ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରନ୍ତି । ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଆଲୋକଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହେଲେ ବାଷ୍ପ ବୁଦ୍‌ବୁଦଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ପଥକୁ ଦେଖିପାରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ବା ଏହାର ଫଟୋ ଉତ୍ତୋଳନ କରାଯାଏ । ବିଗତ ଦଶନ୍ଧିରେ ବୁଦ୍‌ବୁଦ ପ୍ରକୋଷ୍ଠର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ନିଉକ୍ଲିୟସୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଗବେଷଣା ଚଳାଉଥିବା ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ବହୁ ନୂତନ ପ୍ରକାରର ବସ୍ତୁକଣିକା ଓ ସେଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ପର୍କରେ ସବିଶେଷ ତଥ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦେବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଛନ୍ତି ।

ସାରକଥା

ଶିଶିରପାତ ଘଟିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଚାପ ଜଳର ସନ୍ତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ, ସେହି ତାପମାତ୍ରାକୁ ଶିଶିରାଙ୍କ କହନ୍ତି ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. (କ) ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ବାୟୁର ଶିଶିରାଙ୍କ 15°C ହୋଇଛି । ଏପରି କୁହାଯିବା ଦ୍ୱାରା ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝିଲ ?

   (ଖ) ଶିଶିରାଙ୍କ ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।

   (ଗ) ଶିଶିରାଙ୍କ ଜଣାଥିଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ?

2. ଶିଶିରାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଶିଶିରାଙ୍କ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ ? ଚିତ୍ରସହ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

3. ପରମ ଆର୍ଦ୍ରତା କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ? ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।
   ଶିଶିରାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର । ଶିଶିରାଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ସାରିବାପରେ ତୁମେ କିପରି ଭାବରେ ହିସାବ ଚଳାଇ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବ ?

4. ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା କହିଲେ ଆମେ କ'ଣ ବୁଝିବା ?

   ଗୋଟିଏ ରସାୟନିକ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ମାପକ ସମ୍ପର୍କରେ ଚିତ୍ରସହ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । ଏଥିରୁ ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଏହି ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ମାପକଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କଲେ ଆମେ କେଉଁ ପ୍ରକାର ଅସୁବିଧାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହୋଇଥାଉ ।

5. ଡାନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର । ଏହି ହାଇଗ୍ରୋମିଟରଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ସମୟରେ ଆମେ କେଉଁ ପ୍ରକାର ଅସୁବିଧାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହୋଇଥାଉ ?

   ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା 25°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଶିଶିରାଙ୍କ 120°C ହେଉଛି । ବାୟୁରେ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ବାଷ୍ପଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [120°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ =10·4 ମି:ମି:]

6. ରେନୋଁଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ସମ୍ପର୍କରେ ଚିତ୍ର ସହ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । ଏଥିରୁ ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଏହି ହାଇଗ୍ରୋମିଟରଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କଲେ ଡାନିଏଲ୍‌ଙ୍କ ହାଇଗ୍ରୋମିଟରରେ ଜାତ ହେଉଥିବା ଅସୁବିଧାଗୁଡ଼ିକୁ ଦୂରକରିବା କିପରି ଭାବରେ ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ ?

7. ଗୋଟିଏ ଶୁଷ୍କ ଆର୍ଦ୍ରଥଳୀ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । ଏଥିରୁ ବାୟୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ?
   ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ତାପମାତ୍ରା 28·6°C ହେଉଥିବା ସମୟରେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଶିଶିର 20·2°C ହେଉଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

   [ପ୍ରଶ୍ନଟିକୁ ସମାଧାନ କରିଦେବାପାଇଁ ରେନୋଁଙ୍କ ତାଲିକାରୁ ଆବଶ୍ୟକ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କର ।] (ଉ: 60·4%)

8. କୌଣସି ଏକ ଦିନ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା 18·4°C ହେଉଥିବା ସମୟରେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଥିବା ଶିଶିରାଙ୍କ ୪·5°C ହେଉଛି । ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

   ତାପମାତ୍ରା ଜଳର ସଂତୃପ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ ।
   80°..................... 8·04 ମି:ମି:
   90°..................... 8·61 ମି:ମି:
   18°.....................15·46 ମି:ମି:
   19°.....................16·46 ମି:ମି: (ଉ: 52·5%)

9. ରେନୋଁଙ୍କ ତାଲିକାକୁ ଗ୍ରହି ଆମେ କ'ଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥାଉ ? ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଶିଶିରାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିସାରିବା ପରେ ଏହି ତାଲିକାର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ତୁମେ କିପରି ଭାବରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିବ ?

10. ହାଇଗ୍ରୋସ୍କୋପ୍ ଓ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ କ'ଣ ? ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ଆର୍ଦ୍ରତାଦର୍ଶୀ ସମ୍ପର୍କରେ ଚିତ୍ରସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

11. କୌଣସି ଏକ ଦିନ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାତ୍ରା 16·5°C ହେଉଥିବା ସମୟରେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଶିଶିରାଙ୍କ 12°C ହେଉଛି । ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଆପେକ୍ଷିକ ଆର୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

    ତାପମାତ୍ରା ଜଳର ସଂପୃକ୍ତ ବାଷ୍ପଚାପ

    12°C............1·046 ସେ:ମି:

    16°C............1·364 ସେ:ମି:

    17°C............1·442 ସେ:ମି: (ଉ: 74·5%)

12. ମେଘ କହିଲେ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝ ? ଏହା କିପରି ଭାବରେ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ ? କେତେ ପ୍ରକାରର ମେଘ ତୁମେ ଦେଖିଥାଅ ? କେଉଁ କାରଣ ଯୋଗୁଁ ବର୍ଷାଜଳ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପତିତ ହୁଏ ?

13. ଶିଶିର, କୁଜ୍‌ଝଟିକା, କୁହୁଡ଼ି, ତୁଷାର ଓ କରକା ସୃଷ୍ଟିହେବାର କାରଣ କଣ ? କୁଜ୍‌ଝଟିକା ଓ କୁହୁଡ଼ି ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ?

14. ଏପରି କାହିଁକି ଘଟିଥାଏ ? କାରଣ ଏହ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉକ୍ତିଗୁଡ଼ିକର ସତ୍ୟତା ପ୍ରତିପାଦନ କର ।

    (କ) ସମ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି କୋଠରି ମଧ୍ୟରୁ ଯେଉଁ କୋଠରିର ଆର୍ଦ୍ରତାର ପରିମାଣ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ଆମେ ସେହି କୋଠରିରେ ରହିବା ପାଇଁ ଇଚ୍ଛା ପ୍ରକାଶ କରିଥାଉ ।

    (ଖ) ଆକାଶ ମେଘମୁକ୍ତ ଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ଶିଶିରପାତ ଘଟିଥାଏ ।

    (ଗ) ଘାସ ଓ ପତ୍ର ଉପରେ ଗୋଟିଏ ମସୃଣ ଧାତବ ପଟା ଉପର ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ପରିମାଣର ଶିଶିରପାତ ହୋଇ ଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଯାଏ ।

    (ଘ) ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ତାପମାତ୍ରା ପୁରୀ ଠାରେ ଓ ଦିଲ୍ଲୀ ଠାରେ ସମାନ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ, ଆମେ ଦିଲ୍ଲୀରେ ରହିବା ପାଇଁ ସୁଖକର ମଣିଥାଉ ।

    (ଙ) ଗୋଟିଏ କାଚଗିଲାସରେ ବରଫ ମିଶ୍ରିତ ପାଣି ରଖିଦେଲେ ଗିଲାସ କାଚର ବାହ୍ୟପାର୍ଶ୍ୱରେ ଜଳକଣା ଜମିଯାଏ ।

    (ଚ) ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ବରଫଖଣ୍ଡକୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ପ୍ରତି ଉନ୍ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ରଖିଦେଲେ ବରଫଖଣ୍ଡର ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗରେ କୁହୁଡ଼ି ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

    (ଛ) ଖରା ଟାଣ ହୋଇଯିବା ପରେ କୁଜ୍‌ଝଟିକା ଅଦୃଶ୍ୟ ହୋଇଯାଏ ।

ସପ୍ତତ୍ରିଂଶତ ଅଧ୍ୟାୟ

ତାପ ସଞ୍ଚରଣ

Transmission of Heat

ତାପ ସଞ୍ଚରଣର ବିଭିନ୍ନ ବିଧି (Ways of transmission of heat) :

କୌଣସି ଏକ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଏକ ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ତିନୋଟି ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୋଇଥାଏ; ଯଥା :

(1) ପରିବହନ (Conduction)

(2) ପରିଚଳନ (Convection)

(3) ବିକିରଣ (Radiation)

ପରିବହନ :

ଗୋଟିଏ ଲୁହାଦଣ୍ଡର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡକୁ ହାତରେ ଧରି ତାର ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡଟିକୁ ନିଆଁରେ ଦେଖାଇ ଦିଆଗଲେ, କିଛି ସମୟ ପରେ ହାତରେ ଧରାଯାଇଥିବା ଲୁହାଦଣ୍ଡର ମୁଣ୍ଡଟି ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଏ ଓ ତାକୁ ଆଉ ହାତରେ ଧରିରଖିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏଠାରେ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଉତ୍ତପ୍ତ ମୁଣ୍ଡରେ ଥିବା ଲୌହକଣିକାଗୁଡ଼ିକ କମ୍ପିତ ହୋଇ ନିଜଠାରୁ କିଛି ତାପ ତ୍ୟାଗ କରୁଛନ୍ତି । ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ଲୌହକଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଏହି ତାପ ଆହରଣ କରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଉଛନ୍ତି । ତତ୍ପରେ, ସେମାନେ ମଧ୍ୟ କମ୍ପିତ ହୋଇ ନିଜର ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ଲୌହକଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ କିଛି ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଉଛନ୍ତି । ଏପରି ଭାବରେ ତାପ ଶକ୍ତିର ଆଦାନ ପ୍ରଦାନ ଘଟୁଥିବାରୁ ଶେଷକୁ ଲୌହଦଣ୍ଡର ଥଣ୍ଡା ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ମୁଣ୍ଡପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇ ଯାଉଛି ଏବଂ ତାହାର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଛି ।

ଲୌହଦଣ୍ଡଟିର ଉତ୍ତପ୍ତ ମୁଣ୍ଡଠାରୁ ଥଣ୍ଡା ମୁଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ, ତାକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଲୌହକଣିକାଗୁଡ଼ିକ ନିଜ ନିଜର ଅବସ୍ଥିତିରେ ଆଦୌ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାନ୍ତି ନାହିଁ । କେବଳ ସେମାନେ ତାପ ଲାଭ କରି କମ୍ପିତ ହେବାରୁ ସେମାନଙ୍କର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଥିବା କଣିକା କମ୍ପିତ ହୁଏ । ଏହିପରି ଭାବରେ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଥିବା କଣିକାକୁ ତାପ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇଥାଏ ।

ବସ୍ତୁକଣାଗୁଡ଼ିକ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟସ୍ଥାନକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ନ ହୋଇ କେବଳ ନିଜର କମ୍ପନ ଯୋଗୁଁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ତାର ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନଠାରୁ ଅଳ୍ପ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନ ଆଡ଼କୁ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ଘଟାଇବାର ବିଧିକୁ ପରିବହନ କୁହାଯାଏ ।

ପରିଚଳନ :

ଗୋଟିଏ ବର୍ଣ୍ଣର ସାହାଯ୍ୟରେ ଏକ ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଗଲେ, ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇଯାଉଥିବାର ବିଧିକୁ ପରିଚଳନ କୁହାଯାଏ । ମନେକର ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍କ ନିଆଗଲା ଓ ଏହି ଫ୍ଲାସ୍କର ପ୍ରାୟ ଅଧାଭାଗ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଗଲା । ତତ୍‌ପରେ ଏହି ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରେ ଅଳ୍ପ କେତୋଟି ମ୍ୟାଜେଣ୍ଟା ଦାନା (Crystals of magenta) ପକାଇ ଦିଆଗଲା । ତତ୍‌ପରେ ଫ୍ଲାସ୍କଟିକୁ ଗୋଟିଏ ବର୍ଣ୍ଣର ସାହାଯ୍ୟରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦିଆଗଲା । ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରକୁ ଚାହିଁଲେ ଆମେ ଦେଖୁ ଯେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହେଉଥିବା ଜଳରେ ଦୁଇଟି ରଙ୍ଗିନ ଜଳସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ଫ୍ଲାସ୍କର ନିମ୍ନାଂଶରୁ ଗୋଟିଏ ଜଳସ୍ରୋତ ଉପର ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଜଳସ୍ରୋତ ଫ୍ଲାସ୍କର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶରେ ଉପରୁ ନିମ୍ନଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ।

ଏପରି ଭାବରେ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଜଳସ୍ରୋତଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରବାହ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ, ପାତ୍ରର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶରେ ଥିବା ଜଳ ତାର ନିମ୍ନାଂଶକୁ ଆସିପାରି ବର୍ଣ୍ଣର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯିବାର ସୁବିଧା ପାଇ ପାରୁଛି । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା କିଛି ସମୟ ଚାଲୁହେବା ପରେ ଜଳର ସମୁଦାୟ ଅଂଶ ସମଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ଯାଉଛି ଏବଂ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଫ୍ଲାସ୍କ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ସମୁଦାୟ ଜଳ ସମ ପରିମାଣରେ ରଙ୍ଗିନ ଦେଖା ଯାଉଛି ।

ଫ୍ଲାସ୍କ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଏପରି ଘଟୁଥିବାର କାରଣ ପ୍ରଥମେ ବର୍ଣ୍ଣରଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ଫ୍ଲାସ୍କର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଥିବା ଜଳ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ଯାଏ ଓ ପାତ୍ରର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶରୁ ଥଣ୍ଡା ଓ ଭାରି ଜଳ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇ ଆସି ତାର ସ୍ଥାନପୂରଣ କରେ । ଜଳର ସମୁଦାୟ ଅଂଶ ସମଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ନ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅନବରତ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥାଏ । ସମୁଦାୟ ଜଳ ସମଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯିବା ପରେ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସର୍ବତ୍ର ସମାନ ହୋଇଯାଏ । ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରେ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ବା ଅଧୋମୁଖୀ ଜଳ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଆଉ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ । ଏହି ଉଦାହରଣଟିରୁ ଓ ଏହାର ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ବୁଝି ହେଉଛି ଯେ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଜଳକଣାଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେଉଛନ୍ତି । ସମସ୍ତ ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ଏହି ଉପାୟରେ ହିଁ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇଥାଏ । ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ପାଇଁ ବସ୍ତୁକଣାଗୁଡ଼ିକ ନିଜେ ନିଜେ ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରାଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନଠାରୁ ଅଳ୍ପ ତାପମାତ୍ରାଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନ ଆଡ଼କୁ ତାପ ବୋହି ନେଉଥିବାରୁ, ତାପ ସଞ୍ଚରଣର ଏତାଦୃଶ ରୀତିକୁ ପରିଚଳନ କୁହାଯାଏ ।

ବସ୍ତୁକଣାଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବାଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଉଥିବାର ବିଧିକୁ ପରିଚଳନ କୁହାଯାଏ ।

ବିକିରଣ :

ଉଲ୍ଲିଖିତ ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ଦ୍ୱାରା ଜଡ଼ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କରେ ତାପର ସଞ୍ଚରଣ ଘଟିଥାଏ; କିନ୍ତୁ ତାପ ସଞ୍ଚରଣର ଆଉ ଏକ ରୀତି ରହିଛି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ପୃଥିବୀଠାରୁ ପ୍ରାୟ 150 ନିୟୁତ କିଲୋମିଟର ଦୂରରେ ଅଛି । ମାତ୍ର ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଭୂପୃଷ୍ଠରୁ ଖୁବ୍ ବେଶୀରେ 1000 କିଲୋମିଟର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିସ୍ତୃତ ହୋଇଛି; ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ପରେ ଉପରକୁ ଆଉ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ମାଧ୍ୟମ ଲାଗି କରି ନାହିଁ କହିଲେ ଚଳେ । ତେବେ, ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ତାପ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପହଞ୍ଚି ପାରୁଛି କିପରି ? ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ପାଇଁ ତ ଏକ ଜଡ଼ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ । ତେଣୁ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ତାପ ଅନ୍ୟ ଏକ ପ୍ରଣାଳୀରେ ଆସୁଛି ବୋଲି ବୁଝିବାକୁ ହେବ । ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଭିତରେ ଏପରି ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ରୀତିକୁ ତାପ ବିକିରଣ କହନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ନକ୍ଷତ୍ର-ମାନଙ୍କଠାରୁ ତାପ ଓ ଆଲୋକ ଶକ୍ତି ଏହି ବିକିରଣ ପ୍ରଣାଳୀଯୋଗୁ ଆମ ନିକଟକୁ ଆସୁଛି । ଜଳନ୍ତା ଚୁଲୀଠାରୁ ଦୂରରେ ବସିଲେ ବାୟୁରେ ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନଦ୍ୱାରା ଯେତେ ତାପ ଆମ ଦେହକୁ ଆସେ, ତାହାଠାରୁ ବେଶୀ ଆସେ ବିକିରଣ ଯୋଗେ । ପୂର୍ବେ ବୈଜ୍ଞାନିକ-ମାନେ ଧାରଣା କରି ପାରୁ ନ ଥିଲେ ଯେ, ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ଦେଇ ତାପ ବା ଆଲୋକ କିପରି ଗତି କରି ପାରେ । ତେଣୁ, ସେମାନେ 'ଇଥର' ନାମକ ଏକ ସର୍ବବ୍ୟାପୀ ପଦାର୍ଥର କଳ୍ପନା କରିଥିଲେ । ଆଜିକାଲି ଇଥର୍‌ର ଅସ୍ତିତ୍ୱକୁ ଆଉ ବିଶ୍ୱାସ କରାଯାଉ ନାହିଁ ।

ବସ୍ତୁ ମାଧ୍ୟମର ଅନୁପସ୍ଥିତିରେ ବା ଶୂନ୍ୟରେ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ବିଧିକୁ ବିକିରଣ କହନ୍ତି ।

ପରିବହନ, ପରିଚଳନ ଓ ବିକିରଣ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ :

(1) ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ବିଧି ଅନୁଯାୟୀ ଯେକୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ମାଧ୍ୟମରେ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ଘଟିଥାଏ । ମାତ୍ର, ବିକିରଣ ବିଧିରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନକୁ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହେବା ସମୟରେ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ନାହିଁ ।

(2) ବିକିରଣ ତୁଳନାରେ ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ପ୍ରଣାଳୀରେ ତାପ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ମନ୍ଥର ଭାବରେ ସଞ୍ଚରିତ ହେଉଥାଏ । ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଆଲୋକର ବେଗ ସହ ସମବେଗରେ ଧାବିତ ହୋଇଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟପରାଗ ବେଳେ ଏକ ସମୟରେ ଆଲୋକ ଓ ତାପର ବିଲୟ ଘଟିଥାଏ ।

(3) ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଉତ୍ପତ୍ତିସ୍ଥଳ କରୁଥିବା ସ୍ଥଳଠାରୁ ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗକୁ ସରଳ ରୈଖିକ ପଥରେ ଗତି କରେ । ମାତ୍ର ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ଯୋଗୁଁ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ସରଳ ରୈଖିକ ମାର୍ଗରେ ପରିଚାଳିତ ହେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ, ଏପରି ଭାବରେ ସଞ୍ଚରିତ ହେଉ-ଥିବା ତାପର ଦିଗ କୌଣସି ଜ୍ୟାମିତିକ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ପରିଚାଳିତ ହୋଇ ନ ଥାଏ । ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପର ଗତି ପଥରେ କୌଣସି ପରଦା ରଖିଦେଲେ ତାର ଗତିକୁ ରୋକିଦେବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ । ଛତା ବ୍ୟବହାରଦ୍ୱାରା ସୂର୍ଯ୍ୟତାପରୁ ରକ୍ଷାମିଳେ ।

(4) ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପର ଗତି ପଥରେ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ମାଧ୍ୟମ ରହିଯାଇଥିଲେ, ସେହି ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ସିଧା ସଳଖ ଉକ୍ତ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଦ୍ୱାରା ବଢ଼ିଯାଏ ନାହିଁ । ପିଚୁରାସ୍ତା ଉପରେ ପାଦ ପକାଇ ଖରାବେଳେ ଚାଲିବା ଆମ ପକ୍ଷରେ ଅସହ୍ୟ ହୁଏ । ମାତ୍ର,

ସମକାଳୀନ ଅବସ୍ଥାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ତାପମାତ୍ରା ଆମକୁ ଏତେ ପରିମାଣରେ ଅସହ୍ୟ ବୋଧ ହୁଏ ନାହିଁ । ଖରବେଳେ ଝରକାର କାଚ କବାଟଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରିର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ; ଯଦିଓ ଝରକାର କାଚ କବାଟ ଦେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟତାପ କୋଠରି ଭିତରକୁ ଆସିଥାଏ । ମାତ୍ର, ପରିବହନ ବା ପରିଚଳନ ପଦ୍ଧତିରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ଉଭୟ ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବସ୍ତୁ ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯାଏ ।

37·1 ପରିବହନ

ତାପ ପରିବହନ ସମ୍ପର୍କରେ କେତୋଟି ପରୀକ୍ଷା :

(i) ଗୋଟିଏ ଲୁହାଛଡ଼ର ସମୁଦାୟ ଅଂଶରେ ମହମ ବୋଳି ଦେଇ ତା'ର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡକୁ ନିଆଁରେ ରଖାଯାଉ ଓ ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡଟିକୁ ହାତରେ ଧରଯାଉ । ଏପରି କଲେ ଆମେ ଦେଖିବା ଯେ ଛଡ଼ର ନିଆଁ ପଟକୁ ରହିଥିବା ମୁଣ୍ଡରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ହାତଆଡ଼କୁ ମହମ କ୍ରମଶଃ ତରଳି ଯିବ । କାରଣ, ଲୁହାରେ ପରିବହନ ବିଧି ଅନୁଯାୟୀ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ତାହାର ସେହି ଅଂଶଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ିଯାଏ ।

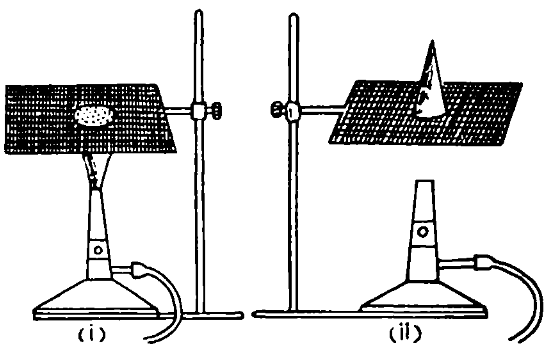
(ii) ଗୋଟିଏ କାଠ ଛଡ଼ ଓ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଲୁହାଛଡ଼ର ମୁଣ୍ଡକୁ ଏକାଠି ଲଗାଇ ଦିଆଯାଉ । ତାକୁ ଖଣ୍ଡିଏ କାଗଜରେ ଗୁଡ଼ାଇ ନିଆଁ ଉପରେ ଧରଯାଉ । ଏପରି କରଗଲେ ଆମେ ଦେଖିବା ଯେ, କାଗଜର କାଠ ଉପରେ ଥିବା ଅଂଶଟି ପୋଡ଼ିଯିବ; କିନ୍ତୁ ଲୁହା ପଟରେ ଥିବା ଅଂଶଟି ପୋଡ଼ିବ ନାହିଁ । ଏହାର କାରଣ କ'ଣ ? ଲୁହା ତାପ ସୁପରିବାହୀ ହୋଇଥିବାରୁ କାଗଜଠାରୁ ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ତାପ ବହି ନେଉଛି; ତେଣୁ ଲୁହା ଉପରେ ଥିବା କାଗଜ ପୋଡ଼ି ଯାଉ ନାହିଁ । କାଠ କୁପରିବାହୀ ହୋଇଥିବାରୁ ସେତେ ଶୀଘ୍ର ତାପ କାଢ଼ି ନେଇ ନ ପାରିବାରୁ କାଗଜରେ ତାପମାତ୍ରା ଅଧିକ ହୋଇ ତାକୁ ପୋଡ଼ି ପକାଉଛି ।

(iii) ଖଣ୍ଡିଏ ପତଳା କାଗଜ ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ କପ୍ ତିଆରି କରି ତାର $\frac{2}{3}$ ଅଂଶ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଉ । ଗୋଟିଏ ତ୍ରିପଦୀ ସ୍ତମ୍ଭ (Tripod stand) ଉପରେ ଗୋଟିଏ ତାର ଜାଲି (wire gauge) ରଖି ଦିଆଯାଉ ଓ ଏହି ତାର ଜାଲି ଉପରେ ଜଳଧାରିତ କାଗଜ କପ୍‌ଟିକୁ ରଖିଦିଆଯାଉ । ବର୍ତ୍ତମାନ ତାର ଜାଲିର ତଳକୁ ଗୋଟିଏ ବର୍ଣ୍ଣର ରଖି ତହିଁରେ ଅଗ୍ନି ସଂଯୋଗ କଲେ ଆମେ ଦେଖିବା ଯେ କାଗଜ କପ୍‌ଟି ପୋଡ଼ି ଯାଉନାହିଁ । ଓଲଟି, କାଗଜ କପ୍‌ରେ ଥିବା ଜଳ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଉଛି । ଅଧିକ ସମୟ ପାଇଁ ଜଳଧାରିତ ପାତ୍ରଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରଗଲେ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳ ଫୁଟିବାକୁ ଲାଗୁଛି ।

ଖାଲି କାଗଜ କପ୍‌ଟିକୁ ନିଆଁକୁ ଦେଖାଇ ଦେଲେ ତାହା ପୋଡ଼ିଯାଏ । ମାତ୍ର ଉପସ୍ଥିତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଜଳଧାରିତ କପ୍‌ଟି ପୋଡ଼ି ଯାଉ ନାହିଁ । ଜଳ ପତଳା କାଗଜଠାରୁ ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ତାପ ବହି ନେଉଛି; ତେଣୁ କାଗଜଟି ପୋଡ଼ିଯିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ତାପମାତ୍ରାରେ ପହଞ୍ଚି ପାରୁନାହିଁ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଯଦି ଗୋଟିଏ ମୋଟା କାଗଜ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା କପ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ କରଯାଏ, ତାହାହେଲେ କାଗଜଟି ପୋଡ଼ିଯିବ ।

(iv) ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ବତୀରେ ଅଗ୍ନି ସଂଯୋଗ କରି ଏହି ବତୀର ଶିଖା ଉପରେ ଖଣ୍ଡିଏ ତାର ଜାଲି ଧରଯାଉ । ଏପରି କରଯିବା ଦ୍ୱାରା ବତୀଟି କେବଳ ଜାଲି ତଳେ ଜଳୁଛି ଓ ଶିଖାର ଉପର ଅଂଶ ଜାଲିଦ୍ୱାରା କଟିଗଲା ପରି ଦିଶୁଛି । [ଚିତ୍ର (i) ଦେଖ ।] ବର୍ତ୍ତମାନ ବତୀଟିକୁ ଲିଭାଇ ଦେଇ ଜାଲିଟିକୁ ବତୀ ଉପରେ ଧରି ଜାଲି ଉପର ପାଖରେ ନିଆଁ ଲଗାଇ ଦିଆଯାଉ । ଏହାଦ୍ୱାରା ବତୀଟି କେବଳ ଜାଲି ଉପରେହିଁ ଜଳୁଛି ଏବଂ ଶିଖାର ନିମ୍ନ ଅଂଶ ଜାଲିଦ୍ୱାରା କଟିଗଲା ପରି ଦିଶୁଛି ।

ଏପରି ଘଟେ କାହିଁକି ? ତାର ଜାଲିଟି ଲୁହାରେ ତିଆରି । ତେଣୁ ପରିବହନ ବିଧି ଅନୁଯାୟୀ ତହିଁରେ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୁଏ । ଜଳନ୍ତା ବତୀର ଶିଖା ଉପରେ ଜାଲିଟିକୁ ଧରିଲେ, ଜାଲିଶିଖାରୁ ଏତେ ଚଞ୍ଚଳ ତାପ ବହିନିଏ ଯେ, ଜାଲି ଉପରକୁ ଯାଉଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଜଳିବାକୁ



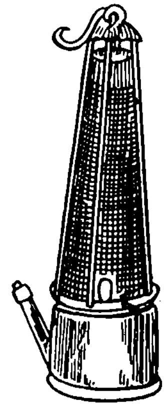
(ଚିତ୍ର 236)

ଯଥେଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ପାଏନାହିଁ । ଅବଶ୍ୟ, ଜାଲିଟି ଶିଖାଉପରେ ଅଧିକ ସମୟ ରହି ଅଧିକ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଗଲେ ତାହା ଉପରକୁ ଶିଖା ଉଠିଯାଇ ପାରେ । ନିର୍ବାପିତ ବତୀ ଉପରେ ଜାଲି ଧରି ଜାଲି ଉପର ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଜଳାଇଲେ ଠିକ ସେହି କାରଣରୁ ଜାଲିତଳେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ ଜଳିପାରେ ନାହିଁ ।

(v) ଡେଭିଙ୍କ ନିରାପଦ ବତୀ (Davy's Safety Lamp) :

ଉଲ୍ଲିଖିତ ଜାଲି ଓ ଅଗ୍ନିଶିଖା ସମ୍ବଳିତ ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ହେଉଥିବା ଫଳାଫଳକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଇଂରେଜ ବୈଜ୍ଞାନିକ **ସାର ହମ୍ଫ୍ରେ ଡେଭି** କୋଇଲା ଖଣିରେ ବ୍ୟବହାର କରିବା ସକାଶେ 1815 ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ଗୋଟିଏ ବିଶେଷ ଧରଣର ବତୀ ତିଆରି କରିଥିଲେ । ତାକୁ ଡେଭିଙ୍କ ନିରାପଦ ବତୀ କୁହାଯାଏ । ଏହି ବତୀ ଉଦ୍ଭାବନ ପୂର୍ବରୁ କୋଇଲାଖଣି ଗୁଡ଼ିକରେ ମହମବତୀ ଜଳା ହେଉଥିଲା । ବେଳେ ବେଳେ ଖଣିଭିତରେ ମିଥେନ୍ ନାମକ ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାରି ବାୟୁସଙ୍ଗେ ମିଶିଯାଏ । ସେହି ମିଶ୍ରିତ ଗ୍ୟାସ୍ ମହମବତୀର ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରଜ୍ୱଳିତ ହେଉଥିବାରୁ ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟୁଥିଲା । ଫଳରେ ଅନେକ ଶ୍ରମିକଙ୍କର ପ୍ରାଣହାନି ଘଟୁଥିଲା । ବୈଜ୍ଞାନିକ ଡେଭି ଏପରି ଏକ ବତୀ ଉଦ୍ଭାବନ କଲେ ଯେ, ମିଥେନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାରିଲେ ସୁଦ୍ଧା ତାହା ବତୀ ବାହାରେ ଜଳିପାରିଲା ନାହିଁ କି ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟିଲା ନାହିଁ ।

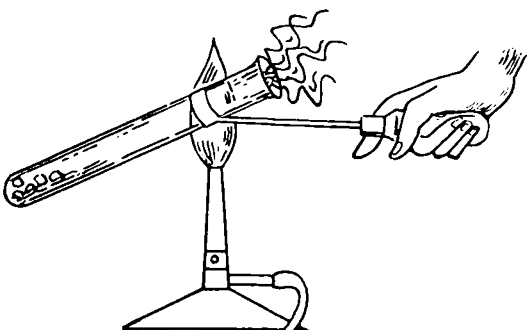
ଡେଭି ଉଲ୍ଲିଖିତ ତାରଜାଲି ଓ ଅଗ୍ନିଶିଖା ସମ୍ବଳିତ ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଦେଖି ଗୋଟିଏ ତେଲବତୀର ଚାରିପାଖରେ ଖଣ୍ଡେ ତମ୍ବାଜାଲି ଘେରାଇ ଦେଇଥିଲେ । [ଚିତ୍ର ଦେଖ ।] ଖଣିଭିତରେ ଏହି ବତୀକୁ ଜଳାଇଲେ, ମିଥେନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାରୁ ବତୀ ଭିତରକୁ ଯାଇ ଜଳିପାରେ; କିନ୍ତୁ ବତୀର ତାପ ଜାଲି ବାହାରକୁ ଆସି ନ ପାରିବାରୁ ମିଥେନ୍ ଓ ବାୟୁର ମିଶ୍ରଣକୁ ଜଳାଇ ବିସ୍ଫୋରଣ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ଅସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଆଜିକାଲି ଡେଭିଙ୍କଦ୍ୱାରା ଉଦ୍ଭାବିତ ହୋଇଥିବା ବତୀର ନିର୍ମାଣ ପଦ୍ଧତିକୁ ଆହୁରି ଉନ୍ନତ କରାଯାଇ ଖଣି ଭିତରେ ଶ୍ରମିକମାନଙ୍କର ନିରାପତ୍ତା ରକ୍ଷା କରାଯିବା ସମ୍ଭବପର ହେଲାଣି ।



(ଚିତ୍ର 237)

ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଉଛି ଯେ ଜଳ ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ :

ଗୋଟିଏ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ବଡ଼ ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ଗୋଟିଏ ଲୁହାଗୋଲି ସହ ଗୁଡ଼ାଇ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ନିମ୍ନାଂଶରେ ରଖି ଦିଆଯାଉ ଓ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀଟିକୁ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଉ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି ଜଳ ଭିତରେ ବୁଡ଼ିରହିବ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଚିତ୍ର 238ରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ସଦୃଶ ପରୀକ୍ଷାନଳୀର ଉପରଆଡ଼କୁ ବା ମୁହଁଆଡ଼କୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉ । ଏପରି କରାଯିବାର କିଛି ସମୟ ପରେ ଆମେ ଦେଖି ପାରିବା ଯେ ପରୀକ୍ଷାନଳୀର ଉପରଅଂଶରେ ତାର ମୁହଁଆଡ଼କୁ ଥିବା ଜଳ ଫୁଟିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ ସୁଦ୍ଧା ତାର ନିମ୍ନାଂଶରେ ଥିବା ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି ତରଳିଯାଇ ନାହିଁ ।



(ଚିତ୍ର 238)

ଏହି ସରଳ ପରୀକ୍ଷାଟି ଜଣାଇ ଦେଉଛିଯେ ଜଳ ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ ।

ତାପ ପରିବହନ ଯୋଗୁଁ କେତେକ ସମସ୍ୟା :

(i) ଗୋଟିଏ ଥଣ୍ଡା କୋଠରିରେ ଥିବା ଧାତବ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ପର୍ଶକଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଆମ ହାତକୁ ସେହି କୋଠରିରେ ଥିବା ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କାଷ୍ଠ ଉପକରଣ ଗୁଡ଼ିକ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଶୀତଳ ଜଣାଯାଏ । ମାତ୍ର ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ସେହି କୋଠରିରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଧାତବ ଓ କାଠ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ, ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ବୋଲି ଜଣାଯାଏ । ସ୍ପର୍ଶକରିବାଦ୍ୱାରା ଆମେ ଏପରି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଅନୁଭବ କରିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ଧାତବ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛନ୍ତି ତାପ ସୁପରିବାହୀ । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ପର୍ଶ କଲାବେଳେ ଆମ ହାତରୁ ତାପ ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ସେହି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ଦେହକୁ ଚାଲିଯାଏ ଓ ଆମ ହାତକୁ ସେହି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ଅଧିକ ଶୀତଳ ଲାଗେ । କିନ୍ତୁ କାଠ ଉ

ଗୁଡ଼ିକ ଆମହାତରୁ ଏପରିଭାବରେ ତାପ ଗ୍ରହଣ କରିନେଇ ଅତିଶୀଘ୍ର ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବାକୁ ସମର୍ଥ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ । କାଠ ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ ହୋଇଥିବାରୁ ତା' ଭିତରଦେଇ ତାପର ପରିବହନ ଅନାୟାସରେ ଘଟିପାରେ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଆମ ହାତକୁ ଧାତବ ଉପକରଣ ଗୁଡ଼ିକ କାଠ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକଠାରୁ ଅଧିକ ଥଣ୍ଡାଲାଗେ ।

ଏହି କାରଣ ଯୋଗୁଁ ଖରାରେ ପଡ଼ିଥିବା ଗୋଟିଏ ଲୁହାଛଡ, ଗୋଟିଏ କାଠବାଡି ଅପେକ୍ଷା ଆମକୁ ଅଧିକ ଗରମ ଲାଗେ ।

(ii) ଗୋଟିଏ ବରଫଖଣ୍ଡକୁ କମ୍ବଳଦ୍ୱାରା ଘୋଡ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ ବା ତା'ଉପରେ କରତଗୁଣ୍ଡ କିମ୍ବା କୁଣ୍ଡା ଘୋଡ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ ତାହାକୁ ଅଧିକ ସମୟପାଇଁ ରଖିପାରିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି ଭାବରେ ବରଫକୁ ରଖାଗଲେ ବରଫର ବେଶୀଭାଗ ତରଳିଯାଏ ନାହିଁ । କମ୍ବଳ, କରତଗୁଣ୍ଡ ଓ କୁଣ୍ଡା ଇତ୍ୟାଦି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ତାପକୁପରିବାହୀ । ତେଣୁ ଏହି ବସ୍ତୁଗୁଡିକୁ ଭେଦକରି କୋଠରିର ତାପ ବରଫ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସହଜରେ ପହଞ୍ଚିପାରେ ନାହିଁ । ଫଳରେ ଅଧିକ ସମୟପାଇଁ ରଖାଗଲେ ମଧ୍ୟ ବରଫର ବେଶୀଭାଗ ତରଳିଯାଏ ନାହିଁ ।

(iii) ଶୀତଦିନେ ଶୀତରୁ ରକ୍ଷା ପାଇବା ପାଇଁ ଆମେ ପଶମ ବସ୍ତ୍ର ପରିଧାନ କରିଥାଉଁ । ପଶମର ତାପମାତ୍ରା ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ଆମେ ଯେ ଉଷୁମ ପାଇ ଥାଉ, ତାହା ନୁହେଁ । ଏପରି ବସ୍ତ୍ର ପରିଧାନ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ଶୀତରୁ ରକ୍ଷା ପାଇବାର କାରଣ ପଶମ ଗୋଟିଏ ତାପକୁପରିବାହୀ । ଏହାର ଗଠନ ସ୍ପଞ୍ଜ ସଦୃଶ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାର ଫାଙ୍କଗୁଡ଼ିକ ଭିତରେ ବାୟୁ ପଶିଯାଇଥାଏ । ବାୟୁ ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ ହୋଇଥିବାରୁ, ତାହା ପଶମକୁ ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ ବସ୍ତୁରେ ପରିଣତ କରି ଦିଏ । ଏପରି ବସ୍ତ୍ର ପରିଧାନ କରିବାଦ୍ୱାରା ଆମ ଦେହର ତାପ ସହଜରେ ଏହାକୁ ଭେଦ କରି ପଦାକୁ ବାହାରି ଯାଇପାରେ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଆମର ଶରୀର ଉଷୁମ ରହେ ।

(iv) ପତଳା କନା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଦୁଇପରସ୍ତିଆ ଜାମା ପିନ୍ଧିଲେ ବା ପତଳା କନା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଦୁଇଟି ଜାମା ଏକା ସାଙ୍ଗରେ ମଡ଼ାଇଲେ ଆମେ ଗୋଟିଏ ମୋଟା କନାଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଜାମାପରିଧାନ କରିବା ସମୟରେ ଯେତିକି ଉଷୁମ ଅନୁଭବ କରିଥାଉ, ତଦପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଉଷୁମ ଅନୁଭବ କରୁ । ତା'ର କାରଣ ଜାମାର ଦୁଇ ପରସ୍ତ ମଝିରେ ବାୟୁ ରହିଥିବାରୁ ବାହାରର ତାପ ଶରୀର ଭିତରେ ସହଜେ ପହଞ୍ଚି ପାରେ ନାହିଁ ଓ ଶରୀରର ତାପ ମଧ୍ୟ ସହଜରେ ଏହି ବାୟୁ ଆବରଣକୁ ଭେଦକରି ପଦାକୁ ଯାଇ ପାରେ ନାହିଁ ।

ଏହି କାରଣ ଯୋଗୁଁ ଅନେକ ବରଫ ରଖିବା ଲାଗି ଗୋଟିଏ ଦୁଇ ପରସ୍ତିଆ ବାକ୍ସ ବ୍ୟବହାର କରିଥାନ୍ତି ।

(v) ଗୋଟିଏ କାଚ ବୋତଲର ମୁହଁରେ ଥିବା କାଚ ଠିପିଟା ଯଦି ଶକ୍ତ ଭାବରେ ଲାଗିଯାଇଥାଏ, ତେବେ ବୋତଲ ମୁହଁକୁ ନିଆଁରେ ଦେଖାଇ ଦେଲେ ଠିପିଟା ଅନାୟାସରେ ଖୋଲିଯାଏ । ଏହା କାହିଁକି ଘଟୁଛି ? କାଚ ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ । ତେଣୁ ତାର ମୁହଁ ପାଖଟିକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ତାହା ପ୍ରସାରିତ ହୋଇ ଯାଉଥିବା ବେଳେ, ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ତାପ ଠିପି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପହଞ୍ଚି ପାରେ ନାହିଁ । ଏଥିପାଇଁ ଠିପିର ଆକାର ପୂର୍ବବତ୍ ରହିଯାଏ ଓ ବୋତଲର ମୁହଁଟା ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ସାମାନ୍ୟ ଚଉଡ଼ା ହୋଇଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ଠିପିଟା ହୁଗୁଳା ହୋଇଯାଏ ଓ ଆମେ ତାକୁ ସହଜରେ ଖୋଲି-ଦେଉ ।

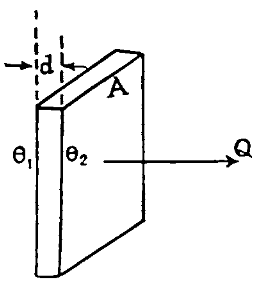
37·2 ପରିବାହିତା (Conductivity) :

ବସ୍ତୁର ପରିବାହିତା କହିଲେ ଆମେ ତା'ର ଏପରି ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁଣକୁ ସୂଚାଇ ଥାଉ ଯେ, ଏହି ଗୁଣଟି ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁ ଭିତର ଦେଇ ତାପର ପରିବହନ କେତେ ସହଜରେ ଘଟିଥାଏ, ତାହା ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ଜଣାଇ ଦିଏ । ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର ପରିବାହିତାର ପରିମାଣ ଯେତେ ଅଧିକ, ତାହା ନିଜ ଭିତର ଦେଇ ସେତେ ଶୀଘ୍ର ତାପର ପରିବହନ ଘଟାଇଥାଏ ।

ତାପ ପରିବାହିତା ବା ତାପ ପରିବାହିତା ଗୁଣାଙ୍କ (Thermal Conductivity or Co-efficient of thermal Conductivity) :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଏପରି ଏକ ପ୍ଲେଟ୍ ନିଆଯାଉ ଯେ ତାର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ୍ତର ହେଉଥିବେ । ମନେକର, ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର ହୋଇଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ A ଓ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର ସ୍ଥୂଳତା d । ପୁଣି ମନେକରାଯାଉ ଯେ ପ୍ଲେଟ୍‌ର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱ ଦେଶର ତାପମାତ୍ରା $\theta_1°$ ଥିବା ସମୟରେ ତା'ର ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶର ତାପମାତ୍ରା $\theta_2°$ । ଏଠାରେ $\theta_1 > \theta_2$ ।

$\theta_1°$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶରୁ $\theta_2°$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବରେ ପ୍ରବାହିତ ତାପ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ (Q) ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ବିଭିନ୍ନ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ସହ ସମ୍ପର୍କ ରକ୍ଷା କରିଥାଏ ।



(ଚିତ୍ର 239)

(i) ଏହା ତାପ ପ୍ରବାହ କାଳ (t) ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

(ii) ଯେଉଁ ପଥ ଦେଇ ତାପ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥାଏ, ଏହା ତାର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦୀୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (A) ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

(iii) ସୀମାନ୍ତ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ଦ୍ୱୟର ତାପମାତ୍ରା ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ $(\theta_1-\theta_2)$ ସହ ଏହା ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

(iv) ଏହା ଦୁଇ ସମାନ୍ତର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା, ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିର ସ୍ଥୂଳତା ଥିବା (d) ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

ତେଣୁ , $Q \propto t$

$Q \propto A$

$Q \propto (\theta_1-\theta_2)$

ଓ $Q \propto \frac{1}{d}$

ବା, $$Q \propto \frac{A(\theta_1-\theta_2)\,t}{d}$$

$$\text{ବା, } Q = K.\frac{A\ (\theta_1 - \theta_2)\ t}{d} \quad ....(1)$$

$$\text{ବା, } K = \frac{Q\ d}{A\ (\theta_1 - \theta_2)\ t} \quad ....(2)$$

ଏଠାରେ, K ହେଉଛି ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ । ଏହି ଧ୍ରୁବାଙ୍କଟିକୁ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର **ତାପପରିବାହିତା ଗୁଣାଙ୍କ** ବା ସଂକ୍ଷେପରେ **ତାପପରିବାହିତା** କୁହାଯାଏ ।

ଯେତେବେଳେ $A=1$, $t=1$, $\theta_1-\theta_2=1$ ଓ $d=1$ ହୋଇଯାଏ, ସେତେବେଳେ ଉଲ୍ଲିଖିତ (1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ $Q=K$ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର 'ତାପପରିବାହିତା ଗୁଣାଙ୍କ' ବା 'ତାପପରିହିତା'ର ସଂଜ୍ଞାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ଲେଖାଯାଇ ପାରେ :—

ଗୋଟିଏ ଏକକ ଘନକର ଯେକୌଣସି ଦୁଇଟି ବିପରୀତ ପୃଷ୍ଠଦେଇ ଉକ୍ତ ପୃଷ୍ଠଦ୍ୱୟ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବରେ ଏକକ ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରଭେଦରେ ଓ ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ତାପକୁ ସେହି ଘନକଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ତାପ ପରିବାହିତା କୁହାଯାଏ ।

ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ତାପପରିବାହିତାର ଏକକ :

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ,
Qର ମୂଲ୍ୟକୁ କାଲୋରୀ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।
Aର ମୂଲ୍ୟକୁ ବର୍ଗ ସେ:ମି: ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।
dର ମୂଲ୍ୟକୁ ସେ:ମି: ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

tର ମୂଲ୍ୟକୁ ସେକେଣ୍ଡ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ଏବଂ θ_1 ଓ θ_2ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡମାନ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ତେଣୁ ତାପ ପରିବାହିତାର ଏକକ ହେଉଛି

$$\frac{\text{କାଲୋରୀ}}{(\text{ସେକେଣ୍ଡ} \times \text{ବର୍ଗ ସେ:ମି:} \times {}^\circ C/\text{ସେ:ମି:}} \text{ ବା } \frac{\text{କାଲୋରୀ}}{\text{ସେକେଣ୍ଡ} \times \text{ସେ:ମି:} \times {}^\circ C}$$

ଏଫ୍: ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ତାପ ପରିବାହିତାର ଏକକ :

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ, θର ମୂଲ୍ୟକୁ ବ୍ରିଟିଶ ତାପ ଏକକ ବା B. Th. U. ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । Aର ମୂଲ୍ୟକୁ ବର୍ଗଫୁଟ ଆକାରରେ, dର ମୂଲ୍ୟକୁ ଫୁଟ ଆକାରରେ ଓ tର ମୂଲ୍ୟକୁ ମିନିଟ୍ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । θ_1 ଓ θ_2ର ମୂଲ୍ୟକୁ ଫାରେନ୍‌ହିଟ୍‌ମାନ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ତେଣୁ ତାପପରିବାହିତାର ଏକକ ହେଉଛି $\frac{\text{B. Th. U.}}{(\text{ମିନିଟ୍} \times \text{ବର୍ଗଫୁଟ} \times {}^\circ F\ /\ \text{ଫୁଟ})}$ ବା

$\frac{\text{B. Th. U.}}{(\text{ମିନିଟ୍} \times \text{ଫୁଟ} \times {}^\circ F)}$ ।

ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାରେ ତାପପରିବାହିତାକୁ ମାପିବା ପାଇଁ ପ୍ରଚଳିତ ହେଉଥିବା ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ଏକକ :

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ

θର ମୂଲ୍ୟକୁ B. Th. U. ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ, Aର ମୂଲ୍ୟକୁ ବର୍ଗଫୁଟ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ, tର ମୂଲ୍ୟକୁ ଘଣ୍ଟା ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ, dର ମୂଲ୍ୟକୁ ଇଞ୍ଚ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ ଏବଂ θ_1 ଓ θ_2ର ମୂଲ୍ୟକୁ ଫାରେନ୍‌ହିଟ୍‌ମାନ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ ।

ତେଣୁ ତାପ ପରିବାହିତାର ଏକକ ହେଉଛି $\dfrac{\text{B. Th. U.}}{(\text{ଘଣ୍ଟା} \times \text{ବର୍ଗଫୁଟ} \times {}^\circ\text{F}/\text{ଇଞ୍ଚ})}$ ।

ସାଧାରଣତଃ ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତିରେ ତାପ ପରିବାହିତାର ଏକକକୁ $\dfrac{\text{କାଲୋରୀ}}{\text{ସେକେଣ୍ଡ} \times \text{ସେ:ମି:} \times {}^\circ\text{C}}$ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇଥାଏ ।

37·3 ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା (Thermometric Conductivity or Diffusivity) :

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର କୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନରେ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲେ, ତାର ତାପମାତ୍ରା ଘଟୁଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ହାର କେବଳ ବସ୍ତୁଟିର ତାପ ଗ୍ରହୀତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରି ନଥାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟ ସେହି ବସ୍ତୁଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ଲୌହର ପରିବାହିତା ସୀସାର ପରିବାହିତାର ପ୍ରାୟ 2 ଗୁଣ ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ସମପରିମାଣର ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସୀସାର ତାପମାତ୍ରା ଘଟୁଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ହାର ଲୁହା ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା କିପରି ଭାବରେ ବର୍ଦ୍ଧିଯିବ, ଏ ସମ୍ପର୍କରେ ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ଜାଣିବା ଲାଗି ସେହି ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ସମ୍ପର୍କରେ ଚର୍ଚ୍ଚା କରଯାଇ ପାରେ । ତାପ ପରିବାହିତା ସଦୃଶ ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ମଧ୍ୟ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁଣ ।

ଯଦି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ତାପ ପରିବାହିତା K ହୋଇଥାଏ, ତା'ର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ S ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତା'ର ସାନ୍ଦ୍ରତା ρ ହୋଇଥାଏ, ତେବେ $\dfrac{K}{S\rho}$ ସେହି ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା କୁହାଯାଏ ।

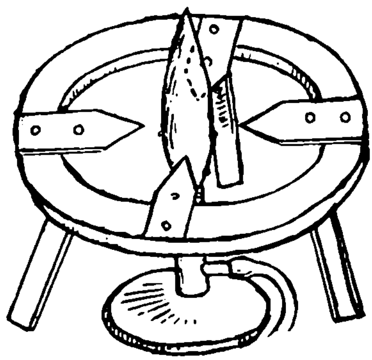
$$\therefore \text{ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା} = \frac{K}{S\rho} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇ ଦେବାକୁ ହେବ ଯେ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

ନିମ୍ନଲିଖିତ ସରଳ ପରୀକ୍ଷାରୁ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବୋଲି ଜଣାଯିବ ।

ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଚେପଟା ଛଡ଼-ଗୁଡ଼ିକୁ ବା ପଟାଗୁଡ଼ିକୁ ଗୋଟିଏ ଗୋଲକାର କାଠ ଫ୍ରେମର ବେଢ଼ା ଉପରେ ସୁଦୃଢ଼ଭାବରେ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଏ । ମନେକର, ତମ୍ବା, ଜିଙ୍କ୍, ଲୁହା ଓ ସ୍ଲେଟ୍ (Slate) ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଚେପଟା ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ଏତଦ୍ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବିନିଯୋଗ କରାଗଲା । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡ କାଠବେଢ଼ା ସହ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟମୁଣ୍ଡଟି କାଠବେଢ଼ାର କେନ୍ଦ୍ର ଆଡ଼କୁ ମୁହାଁଇଥାଏ ।

ତେଣୁ କାଠ ବେଢ଼ାର କେନ୍ଦ୍ର ନିକଟରେ ପରିଚିଯାକ ଛଡ଼ର ମୁନିଆଁ ଅଗ୍ରଭାଗ ପରସ୍ପର ଅତି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ଜ୍ୱାଳକ ସାହାଯ୍ୟରେ କାଠ ଫ୍ରେମ୍‌ର କେନ୍ଦ୍ରାଞ୍ଚଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ । ତେଣୁ, କେନ୍ଦ୍ରାଞ୍ଚଳଠାରେ ପରସ୍ପର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥିବା ସମସ୍ତ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ସେହି ପଟକୁ ଥିବା ମୁଣ୍ଡର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସମ ପରିମାଣରେ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ ଏବଂ ସମସ୍ତ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକରେ କେନ୍ଦ୍ର ସମୀପବର୍ତ୍ତୀ ମୁଣ୍ଡଠାରୁ ବେଢ଼ା ସଂଲଗ୍ନ ମୁଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ପରିବାହିତ ହୋଇଯାଏ । ଏପରି ଭାବରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ ଦେଇ ତାପ ପରିବାହିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ତା ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଫସ୍‌ଫରସଧାରିତ କପ୍ ରଖାଯାଇଥାଏ । ସମସ୍ତ ଛଡ଼ ଉପରେ କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ ସମାନ ସମାନ ଦୂରତାରେ ଏହି କପ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ରଖା ଯାଏ । ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ଫସ୍‌ଫରସ୍ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ଜଳିଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 240)

ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ ଦେଇ ତାପର ପରିବହନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ଏହି ଫସ୍‌ଫରସ୍ ଖଣ୍ଡପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରାଯାଏ । ଦେଖାଯାଏ ଯେ, ପ୍ରଥମେ ତମ୍ବାଛଡ଼ ଉପରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଫସଫରସ୍ ଖଣ୍ଡଟି ଜଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି । ତତ୍‌ପରେ ଜିଙ୍କଛଡ଼ ଉପରେ ଥିବା ଫସ୍‌ଫରସ ଖଣ୍ଡର ଜ୍ୱଳନ ଘଟୁଛି, ତତ୍‌ପରେ ଲୁହାଛଡ଼ ଉପରେ ଥିବା ଫସଫରସ୍ ଜଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରୁଛି ଏବଂ ସ୍ଲେଟ୍ ଛଡ଼ ଉପରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଫସଫରସ୍ ଖଣ୍ଡଟି ଆଦୌ ଜଳୁ ନାହିଁ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟି ଆମକୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଜଣାଇ ଦେଉଛି ଯେ ନିଆଯାଇଥିବା ପରିଚିଯାକ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରୁ ତମ୍ବାଛଡ଼ର ଅତିଶୀଘ୍ର ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଛି ଏବଂ ସ୍ଲେଟର ତାପମାତ୍ରା ଅତି ମନ୍ଥର ଭାବରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଛି । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ଆମକୁ ଜଣାଇ ଦେଉଛି ଯେ **ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।**

37·4 ତାପ ପରିବାହିତା ଓ ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ମଧ୍ୟରେ ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ଦର୍ଶାଇ ଦେବା ପାଇଁ ପରିଚାଳିତ ହେଉଥିବା ପରୀକ୍ଷା :

ଲୁହା ଓ ସୀସା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ସମାନ ସମାନ ଆକାର ଓ ଆକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଖଣ୍ଡ ପଟା ନିଆଯାଉ ଏବଂ ପଟା ଦୁଇଟିକୁ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ କରି ଏପରି ଭାବରେ ରଖି ଦିଆଯାଉ ଯେ ପଟା ଦୁଇଟିର ସନ୍ନିହିତ ମୁଣ୍ଡଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ରହୁଛି ।

ଏପରି ଭବରେ ପଟା ଦୁଇଟିକୁ ରଖିଦେବା ପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଟାର ତଳଧାରରେ ମହମ ବୋଳି ଦିଆଯାଉ ଏବଂ ଏହି ମହମର ଅଠାଳିଆ ଆବରଣ ଉପରେ କେତୋଟି କାଠ ଖାଲି ସମାନ ସମାନ ଦୂରତାରେ ସୁଦୃଢ଼ ଭବରେ ଲଟକାଇ ଦିଆଯାଉ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଟିଏ ସ୍ପିରିଟ୍-ବତୀ (Spirit lamp) ସାହାଯ୍ୟରେ ଛଡ଼ ଦୁଇଟିର ସମୀପବର୍ତ୍ତୀ ଅଞ୍ଚଳକୁ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଙ୍ଗି ଉତ୍ତପ୍ତ କରଯାଉ । ଏପରି କରଯିବାରୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ ଦେଇ ତାର ଉତ୍ତପ୍ତ ମୁଣ୍ଡଠାରୁ ଥଣ୍ଡା ମୁଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ପରିବାହିତ ହୋଇଯିବ । ବତୀଟିକୁ ଜଳାଇ ଦେବା ପରେ; ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ ଉପରେ ତାର ଉତ୍ତପ୍ତ ମୁଣ୍ଡଠାରୁ ସମାନ ସମାନ ଦୂରତାରେ ଲଟକାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା କାଠ ଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରଯାଉ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଦେଖାଯିବ ଯେ ପ୍ରଥମେ ସୀସାଛଡ଼ ଉପରେ ଲଟକାଯାଇଥିବା କେତୋଟି ଗୋଲି ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ତଳକୁ ଖସି ପଡ଼ିବ, ମାତ୍ର ଯେତେବେଳେ ତାପର ପରିବହନ ଯୋଗୁଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ବା ସ୍ଥିର ରହିଯିବ, ସେତେବେଳେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଲୁହା ଛଡ଼ ଦେହରେ ଲଟକା ଯାଉଥିବା କାଠ ଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ତଳକୁ ଖସି ପଡ଼ୁଛନ୍ତି ।

ଏପରି କାହିଁକି ଘଟୁଛି ? ଏହି କୌତୂହଳୀ ପ୍ରଶ୍ନଟିର ଉତ୍ତର ପାଇବାକୁ ହେଲେ ଆମକୁ ପ୍ରଥମେ ସୀସା ଓ ଲୁହାର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ । ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ଲୁହାର ତାପ ମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା 0·18 ଓ ସୀସାର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା 0·34 । ତେଣୁ, ସୀସାର ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ଲୁହାଠାରୁ ଅଧିକ । ଏହି ଉକ୍ତିଟି ଆମକୁ ଜଣାଇ ଦେଉଛି ଯେ ସମାନ ସମାନ ପରିମାଣର ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଗଲେ ସୀସାର ତାପମାତ୍ରା ଲୁହା ତାପମାତ୍ରା ଅପେକ୍ଷା ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ବଢ଼ିଯିବ । ପରୀକ୍ଷାଟିରେ ଏହାହିଁ ଘଟିଛି । ବତୀଟିକୁ ଜଳାଇ ଦେବାପରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ମୁଣ୍ଡଠାରୁ ତାପର ପରିବହନ ଘଟି ସୀସା ଛଡ଼ର ତାପମାତ୍ରାରେ ଲୁହାଛଡ଼ର ତାପମାତ୍ରା ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଛି । ତେଣୁ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ସୀସା ଛଡ ସହ ବୋଳା ହୋଇଥିବା ମହମର ଅଧିକ ଭଗ ଏହି ତାପମାତ୍ରାଦ୍ୱାର ପ୍ରଭବିତ ହୋଇ ତରଳି ଯାଇଛି । ଏଥିଯୋଗୁଁ ସୀସାଛଡ଼ ଦେହରୁ ଲୁହାଛଡ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ପରିମାଣର କାଠ ଗୋଲି ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ତଳକୁ ଖସି ପଡଛି । ମାତ୍ର, କିଛି ସମୟପରେ ଉଭୟ ଛଡ଼ରେ ତାପର ପରିବହନ ଘଟି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶର ତାପମାତ୍ରାରେ ଆଉ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍, କିଛି ସମୟ ପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରାରେ ଆଉ ବୃଦ୍ଧି ସଘଟିତ ନ ହୋଇ ତାହା ସ୍ଥିର ଭବରେ ରହିଯାଉଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥା ଉପନୀତ ହୋଇନିବା ପରେ ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ଯୋଗୁଁ ଆଉ କୌଣସି ଛଡ଼ର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁନାହିଁ । ତେଣୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଛଡ଼ ଦୁଇଟିର ତାପ ପରିବାହିତା ଯୋଗୁହିଁ ଛଡ଼ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ତାପର ସଞ୍ଚରଣ ଘଟୁଛି ।

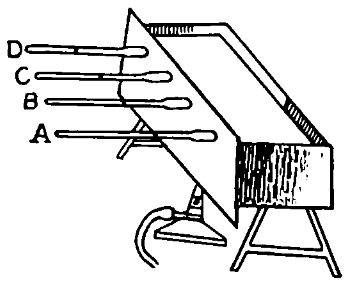
ଏପରି ଘଟିବା ପରେ ଆମେ ନିଶ୍ଚୟ ଦେଖି ପାରିବା ଯେ ଲୁହାଛଡ଼ରେ ବୋଳା ହୋଇଥିବା ମହମ ସୀସା ଛଡ଼ରେ ବୋଳାହୋଇଥିବା ମହମ ଅପେକ୍ଷା ଉତ୍ତପ୍ତ ମୁଣ୍ଡଠାରୁ ଅଧିକ ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତରଳିଯାଉଛି । ତେଣୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ସୀସା ଛଡ଼ ଅପେକ୍ଷା ଲୁହା ଛଡ଼ରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣରର କାଠ ଗୋଲି ତଳକୁ ଖସିପଡୁଛି । ଆଗରୁ ପରିଚାଳିତ ହୋଇଥିବା ପରୀକ୍ଷା ଗୁଡ଼ିକର ଫଳାଫଳରୁ ଆମକୁ ଜଣାଅଛି ଯେ ଲୁହାର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ 0·16, ମାତ୍ର ସୀସାର ତାପ ପରିବାହିତା 0·08 । ଲୁହାର ତାପ ପରିବାହିତା ଅଧିକ ହୋଇଥିବା ଯୋଗୁହିଁ ଉଭୟ ଛଡ଼ର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରା

ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବାପରେ ଲୁହାଛଡ଼ ଦେଇ ତାପ ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ପରିବାହିତ ହୋଇ ଯାଉଛି ।

ତେଣୁ ଲୁହାଛଡ଼ରୁ ମହମ ତରଳିଯିବା ଦ୍ୱାରା ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଅଧିକ ପରିମାଣର କାଠଗୋଲି ତଳକୁ ଖସି ପଡୁଛି । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିର ପ୍ରଥମ ଭାଗରୁ ଆମେ ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ଭାଗରୁ ତାପ ପରିବାହିତାର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ସମ୍ୟକ ଭାବରେ ଜ୍ଞାନ ହାସଲ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଛୁ ।

ତାପ ପରିବାହିତା ସମ୍ପର୍କରେ ଇଂଜେନହୌଜଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା : (Ingenhausz's Experiment) :

ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପ ପରିବାହିତାର ପରିମାଣକୁ ତୁଳନାତ୍ମକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଇଞ୍ଜେନହୌଜ ନାମକ ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ଚଳାଇଥିଲେ । (ଚିତ୍ର 241)ରେ ତାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟବହୃତ ଉପକରଣଟିର ଗୋଟିଏ ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟି ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ସମାନ ସମାନ ଆକାର ଓ ଆକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଚିତ୍ରରେ 4ଟି ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ A, B, C ଓ D ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ ପ୍ରଥମେ ସମାନ ସମାନ ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ମହମ ଆବରଣ ଲେପି ଦିଆଯାଏ । ଗୋଟିଏ ବାକ୍ସରେ କିଛି ପରିମାଣର ଗରମ ତେଲ ନିଆଯାଇଥାଏ ଓ ସେହି ତେଲର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ବାକ୍ସର ଉପରିଭାଗରେ



(ଚିତ୍ର 241)

ଥିବା ବାୟୁ ରୁଦ୍ଧ ରନ୍ଧ୍ରଗୁଡ଼ିକ ବାଟେ ଏପରି ଭାବେ ବାକ୍ସ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯାଏ ଯେ ସମସ୍ତ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକ ସମ ପରିମାଣରେ ତେଲ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରି ଥାଆନ୍ତି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ଉପରାର୍ଦ୍ଧ ବାକ୍ସ ବାହାରକୁ ରହିଥାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ବାକ୍ସ ଉପରକୁ ଥିବା ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ।

ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ନିମ୍ନାଂଶରେ ତାପମାତ୍ରା ଗରମ ତେଲର ତାପମାତ୍ରା ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ତାପ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ନିମ୍ନାଂଶଠାରୁ ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକ ଭିତର ଦେଇ ଉପରଆଡ଼କୁ ପରିବାହିତ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିଯୋଗୁ , ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କଲେ ଆମେ ଦେଖିଥାଉ ଯେ ତା ଦେହରେ ଥିବା ମହମ ଆବରଣଟି କ୍ରମଶଃ ଉପରଆଡକୁ ତରଳି ଯାଉଛି । କିଛି ସମୟରେ ତାପର ପରିବହନ ଘଟି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରା ଏପରି ଭାବରେ ବଢ଼ିଯାଏ ଯେ ଆଉ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ସେହି ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରା ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇଯିବା ପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ବିଭିନ୍ନ ଛଡ଼ରେ ମହମ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତରଳି ଯାଉଛି । ତତ୍‌ପରେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ରୁ ମହମ ତରଳି ଯାଉଥିବା ଅଂଶଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ ।

ଗାଣିତିକ ଆକାରରେ ଦର୍ଶାଯାଇ ପାରିବ ଯେ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ ସ୍ଥିତ ମହମ ତରଳି ଯାଇଥିବା ଅଂଶର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ବର୍ଗ ତାହାର ତାପପରିବାହିତା ସହ ସମାନୁପାତୀ । ଯଦି A, B, C ଓ D ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକୁ ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ K_1, K_2, K_3 ଓ K_4 ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଯଦି ଏହି ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକର ମହମ ତରଳି ଯାଇଥିବା ଅଂଶର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ l_1, l_2, l'_3ଓ l_4 ହୋଇ ଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମ୍ପର୍କାନୁଯାୟୀ

$$\frac{K_1}{l_1^2} = \frac{K_2}{l_2^2} = \frac{K_3}{l_3^2} = \frac{K_4}{l_4^2} \;\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ପରୀକ୍ଷା କରଯାଇ l_1, l_2, l_3 ଓ l_4ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବାରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ, ଅନାୟାସରେ K_1, K_2, K_3 ଓ K_4 ମଧ୍ୟରେ ଆନୁପାତିକ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ । ଏପରି ଭବରେ ଇଞ୍ଜେନ୍‌ହୌଜଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାଟି ଆମକୁ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପ-ପରିବାହିତାକୁ ତୁଳନାମୂକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

ପୁନଶ୍ଚ, କୌଣସି ଛଡ଼କୁ ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ତାପ-ପରିବାହିତା ଯଦି ଆମକୁ ଆଗରୁ ଜଣାଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ଛଡ଼କୁ ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁଟିର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ । ଅବଶ୍ୟ ଏହି ସରଳ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଏପରି ଭବରେ ମିଳୁଥିବା ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ହୋଇ ନ ଥାଏ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ମହମ ଆବରଣ ଦିଆଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ସମାନ ସମାନ ଆକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ତମ୍ବାଛଡ଼ ଓ ଲୁହାଛଡ଼ ନିଆଗଲା । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଛଡ଼ର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡକୁ ଫୁଟୁଥିବା ଜଳରେ ବୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯିବାରୁ ଦେଖାଗଲାଯେ ଫୁଟନ୍ତା ଜଳର ପତନଠାରୁ ତମ୍ବାଛଡ଼ ଉପରେ 8·14 ସେ:ମି: ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ମହମ ତରଳିଯାଇଛି ଓ ଲୁହା ଛଡ଼ ଉପରେ ଏପରିଭବରେ ତରଳି ଯାଇଥିବା ମହମର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 3·4 ସେ:ମି: ହୋଇଛି । ଯଦି ତମ୍ବାର ତାପପରିବାହିତା 0·92 ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଲୁହାର ତାପପରିବାହିତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ମନେକରଯାଉ ଯେ, ତମ୍ବା ଓ ଲୁହାର ତାପପରିବାହିତା ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ K_1 ଓ K_2 ଏବଂ ଏହି ଛଡ଼ଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ ତରଳିଯାଇଥିବା ମହମର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହେଉଛି ଯଥାକ୍ରମେ l_1 ଓ l_2 ।

∴ (3) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ

$$\frac{K_1}{l_1^2} = \frac{K_2}{l_2^2}$$

ଏଠାରେ, $K_1=0{\cdot}92$, $l_1=8{\cdot}4$ ସେ:ମି: ଓ $l_2=3{\cdot}4$ ସେ:ମି ।

$$\therefore \frac{0{\cdot}92}{(8{\cdot}4)^2} = \frac{K_2}{(3{\cdot}4)^2}$$

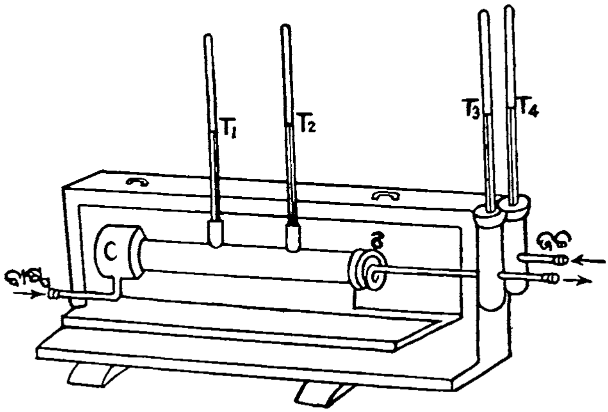
$$\text{ବା } K_2 = \frac{0{\cdot}92 \times (3{\cdot}4)^2}{(8{\cdot}4)^2} = 0{\cdot}15$$

$$\therefore \text{ ଲୁହାର ତାପପରିବାହିତା} = 0{\cdot}15 \frac{\text{କାଲୋରୀ}}{\text{ସେକେଣ୍ଡ} \times \text{ସେ:ମି:} \times {}^\circ C}$$

ସର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଧାତବ ବସ୍ତୁର ତାପପରିବାହିତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

(Determination of thermal Conductivity of a metal by Searle's apparatus) :

ସାଧାରଣତଃ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଧାତବ ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ସର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ଉଦ୍ଭାବିତ ଉପକରଣଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 242)

ସର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସର୍ବପ୍ରଥମେ ନିର୍ମିତ ଉପକରଣଟିର ଗୋଟିଏ ନମୁନା ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବାର କଥା, ସେହି ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ଗୋଟିଏ ଧାତବ ସିଲିଣ୍ଡରକୁ ଉକ୍ତ ଉପକରଣରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ସିଲିଣ୍ଡରଟିର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠଦେଶକୁ ପାଲିସ୍ କରି ଚକ୍ ଚକ୍ କରି ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ କମ୍ବଳ କନା ବା ଶୁଷ୍କ ଫେଲ୍‌ଟ୍ କନା ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରି ଏକ ବାକ୍ସରେ ଏଥିପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ଖୋପ ମଧ୍ୟରେ ଏହାକୁ ରଖିଦିଆଯାଏ । ସିଲିଣ୍ଡରର ଗୋଟିଏ ମୁହଁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଥାଏ । ଏହି ପ୍ରକୋଷ୍ଠଟିକୁ ବାଷ୍ପ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ କୁହାଯାଏ । ଚିତ୍ରରେ ଏହାକୁ C ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି । ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଭିତରକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଛଡ଼ାଯାଏ ଏବଂ ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ସିଲିଣ୍ଡର ବାଟେ ଗତିକରି ତାହାର ଅନ୍ୟ ମୁହଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗଳିଯାଏ । ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ଅନ୍ୟ ମୁହଁରେ କୁଣ୍ଡଳୀ ଆକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ନଳୀ ଗୁଡ଼ାଯାଇ ଥାଏ ।

ଏହି ନଳୀବାଟେ ଥଣ୍ଡା ଜଳର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ ଦିଆଯାଏ । ନଳୀର ଗୋଟିଏ ମୁହଁରେ ଥଣ୍ଡା ଜଳ ପ୍ରବେଶ କରେ ଓ ଅନ୍ୟ ମୁହଁରେ ଏହି ଜଳ ପଦାକୁ ବାହାରି ଯାଏ । ନଳୀ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବା ଜଳର ଓ ନଳୀରୁ ପଦାକୁ ବାହାରି ଯାଉଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ ମାପିବା ପାଇଁ ଯଥାକ୍ରମେ T_4 ଓ T_3 ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ଦୁଇଟି ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟରର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଥିବା

ଦୁଇଟି ବାୟୁରୁଦ୍ଧ ରନ୍ଧ୍ରବାଟେ ସିଲିଣ୍ଡରଭିତରକୁ T_1 ଓ T_2 ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ଦୁଇଟି ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ।

ପ୍ରୟୋଗ ବଧି ଓ ହିସାବ :

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପୂର୍ବରୁ ପ୍ରଥମେ ଗୋଟିଏ ସ୍କ୍ରାଇଡ଼୍ କାଲିପର୍ସ ସାହାଯ୍ୟରେ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ବ୍ୟାସର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏଥିରୁ ତାହାର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦୀୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ମୂଲ୍ୟ ହିସାବଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଯାଏ, କାରଣ ସିଲିଣ୍ଡରଟିର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦୀୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $\pi \times \left(\frac{\text{ବ୍ୟାସ}}{2}\right)^2$ । ମନେକର, ଏପରିଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦୀୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ମୂଲ୍ୟ A ହେଉଛି । ତତ୍‌ପରେ ଗୋଟିଏ ଡିଭାଇଡ଼ର ଓ ଗୋଟିଏ ସ୍କେଲର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ଉପରିଭାଗରେ ଥିବା ରନ୍ଧ୍ର ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ଏ ଦୂରତାର ପରିମାଣ d ।

ଏହାପରେ ସିଲିଣ୍ଡରଟିକୁ କମ୍ବଳ ବା ଫେଲ୍‌ଟ୍ ଦ୍ୱାରା ଆବୃତ କରି କାଠ ବାକ୍‌ସ ଭିତରେ ଯଥାସ୍ଥାନରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟିକୁ ଆବୃତ କରାଯିବା ଦ୍ୱାରା ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ଦେଇ ତାପ ପଦାକୁ ପରିବାହିତ ହୋଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ପୁଣି, ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶ ମସୃଣ ହୋଇ ଥିବାରୁ ବିକିରଣରେ ପ୍ରାୟ ତାପ ପଦାକୁ ଯାଏ ନାହିଁ । ବାଷ୍ପ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଭିତରକୁ ରବର ନଳୀ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଛାଡ଼ିଦିଆଯାଏ । ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ବାଷ୍ପ ଦ୍ୱାରା ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡ ପ୍ରଭାବିତ ହେଉଥିବାରୁ ତାପ ସେହି ମୁଣ୍ଡଠାରୁ ସିଲିଣ୍ଡର ଦେହକୁ ପରିବାହିତ ହୁଏ । ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରକାରେ ତାପ ସଞ୍ଚରଣର ସମ୍ଭାବନା ନଥିବାରୁ, କେବଳ ପରିବହନ ଯୋଗୁଁ ଏଠାରେ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୁଏ । ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ସମୟରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ T_1 ଓ T_2 ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ଥର୍ମୋମିଟର ଦୁଇଟିରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ଉଚ୍ଚତା କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଉଛି । ମାତ୍ର କିଛି ସମୟ ପରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଉଭୟ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସ୍ଥିର ରହୁଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ବାଷ୍ପ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ ଠାରୁ ସିଲିଣ୍ଡର ଦେହକୁ ତାପ ପରିବାହିତ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ତାପ ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରାରେ ଆଉ ବୃଦ୍ଧି ନଘଟି ରହୁଛି । ନିଶ୍ଚିତ ଭାବରେ ତାପମାତ୍ରା ଥର୍ମୋମିଟର ଦୁଇଟିରୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ସଠିକଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ମନେକର, ସ୍ଥିର ରହୁଥିବାର ଜାଣିଲା ପରେ T_1 ଓ T_2 ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ T_1 ଓ T_2 ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ତାପମାତ୍ରା ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ଯଥାକ୍ରମେ θ_1 ଓ θ_2 ।

ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ତାପମାତ୍ରା ଉଲ୍ଲିଖିତ ପ୍ରଣାଳୀରେ ସ୍ଥିର ହେଲା ପରେ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ତାପ ତାହାର କୌଣସି ସ୍ଥାନର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ନ ଘଟାଇ କେବଳ ତା' ଭିତର ଦେଇ ପରିବାହିତ ହେଉଥାଏ । ଏ ଅବସ୍ଥାରେ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର କୌଣସି ଏକ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ଦେଇ କେତେ ପରିମାଣର ତାପ ପରିବାହିତ ହେଉଛି, ତାହା ନିଶ୍ଚିତଭାବରେ ଜାଣିବା ପାଇଁ କୁଣ୍ଡଳୀ ଆକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ନଳୀଭିତର ଦେଇ ଥଣ୍ଡା ଜଳର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏହି ଜଳ ଉତ୍ତପ୍ତ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଠାରୁ ତାପ ଆହରଣ କରି କ୍ରମଶଃ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଏ । T_4 ଥର୍ମୋମିଟର ଦ୍ୱାରା ଆଗରୁ ଥଣ୍ଡା ଜଳର ତାପମାତ୍ରା (θ_3) ମପାଯାଇ ଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ T_3 ଥର୍ମୋମିଟର ଭିତରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇଛି ଓ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଏହା ଆଉ

ଉପରକୁ ଉଠୁ ନାହିଁ, ସେତେବେଳେ T_3 ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା (θ_3) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । T_3 ଥର୍ମୋମିଟରରେ ପାରଦସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହିଥିବା ବେଳେ T_1 ଓ T_2 ଥର୍ମୋମିଟରରେ ମଧ୍ୟ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଏ । ତେଣୁ, ସାଧାରଣତଃ ବାଷ୍ପ ପ୍ରକୋଷ୍ଠକୁ ବାଷ୍ପ ଛାଡ଼ି ଦିଆଯାଇ ଓ ନଳୀ ଭିତରେ ଥଣ୍ଡା ଜଳର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ ଦିଆଯାଇ କିଛି ସମୟ ଅପେକ୍ଷା କରାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ 4ଟିଯାକ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ପାରଦ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ସେତେବେଳେ θ_1, θ_2, θ_3 ଓ θ_4ର ମୂଲ୍ୟ ଲିପିବଦ୍ଧ କରାଯାଏ ।

କୁଣ୍ଡଳୀ ଆକୃତି ନଳୀ ଭିତରଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ଜଳ ପ୍ରବାହର ହାରକୁ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଏ । ତେଣୁ ଏକ ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ନଳୀ ଦେଇ କେତେ ଜଳ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି, ତାହା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଲାଗି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପାଇଁ ନଳୀ ଭିତରୁ ପଦାକୁ ଆସୁଥିବା ଜଳକୁ ଗୋଟିଏ ବିକରରେ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଏ । ଆଗରୁ ଶୂନ୍ୟ ବିକର୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଗୋଟିଏ ଭୌତିକ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ଥାଏ ଓ ତତ୍‌ପରେ ଏହି ଜଳ ଧାରିତ ବିକର୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସେହି ଭୌତିକ ତରାଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । ଏ ରୂପେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟାନ୍ତରରେ ନଳୀ ଭିତର ଦେଇ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏଥିରୁ ଏକ ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ନଳୀ ଭିତରୁ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । ମନେକର ଏପରିଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି m ଗ୍ରାମ୍ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ ଜଣାଗଲଯେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ θ_4 ଠାରୁ θ_3 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଛି । ତେଣୁ m ଗ୍ରାମ୍ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ($\theta_3-\theta_4$) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇ ଦେବାପାଇଁ ତାହାକୁ $m(\theta_3-\theta_4)$ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ମନେକର ଏହି ତାପ ହେଉଛି Q ।

$$\therefore Q=m(\theta_3-\theta_3)\ldots\ldots (4)$$

ମାତ୍ର ଏହି Q ହେଉଛି ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର କୌଣସି ଏକ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ଦେଇ 1 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ତାପ । ଜଳ ଏହି ତାପକୁ ଲାଭକରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇଛି । (1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$Q=K\frac{A(\theta_1-\theta_2)}{d}\ldots\ldots(5)$$

[∴ ଏଠାରେ t=1 ସେକେଣ୍ଡ ।]

ସିଲିଣ୍ଡର ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିବା ପରେ ସ୍ପଷ୍ଟ ବୁଝା ଗଲା ଯେ ଉଲ୍ଲିଖିତ (4) ଓ (5) ସମୀକରଣ ଦ୍ୱୟରେ Qର ମୂଲ୍ୟ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହେଉଛି ।

$$\therefore \frac{KA\ (\theta_1-\theta_2)}{d}=m\ (\theta_3-\theta_4)$$

$$\text{ବା, } K=\frac{m\ (\theta_3-\theta_4)\ d}{A\ (\theta_1-\theta_2)}\ldots\ldots\ldots (6)$$

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ବସ୍ଥ ସମସ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣା ପଡ଼ିବାରୁ ଅନାୟାସରେ Kର ମୂଲ୍ୟ ଜଣା ପଡ଼େ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ ;

(1) ସର୍ଲଙ୍କ ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କରି ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଗ୍ରହ କରାଗଲା । ସଂଗୃହୀତ ହୋଇଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=173{\cdot}6$ ଗ୍ରାମ୍, ଜଳ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଉଥିବା ସମୟ$=15$ ମିନିଟ୍ 30 ସେକେଣ୍ଡ, $\theta_3=56{\cdot}4°C$, $\theta_4=24°C$, $\theta_1=95°C$, $\theta_2=75{\cdot}35°C$ $d=13{\cdot}7$ ସେ:ମି: ଓ $r=1{\cdot}27$ ସେ:ମି: । ଏହି ରାଶି-ଗୁଡ଼ିକୁ ହିସାବକୁ ନେଇ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଏକ ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସଂଗୃହୀତ ହୋଇଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=\frac{173{\cdot}6}{930}$ ଗ୍ରାମ/ସେକେଣ୍ଡ ।

ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟିର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦୀୟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ$=\pi r^2=\pi\,(1{\cdot}27)^2$ ବର୍ଗ ସେ:ମି:

ଜଳଦ୍ୱାରା ଗୃହୀତ ହୋଇଥିବା ତାପ

$$=m\times(\theta_3-\theta_4)$$
$$=\frac{173{\cdot}6}{930}(56{\cdot}4-24)$$
$$=\frac{173{\cdot}6\times32{\cdot}4}{930}$$
$$=6{\cdot}046 \text{ କାଲୋରୀ}$$

ଏବଂ $Q=\frac{KA(\theta_1-\theta_2)}{d}$ [$\because t=1$ ସେକେଣ୍ଡ]

$$=\frac{K\pi\,(1{\cdot}27)^2\,(95-75{\cdot}35)}{13{\cdot}7}$$
$$=\frac{K\pi\,(1{\cdot}27)^2\times19{\cdot}65}{13{\cdot}7}$$
$$=K\times7{\cdot}269 \text{ କାଲୋରୀ ।}$$

$\therefore\ K\times7{\cdot}369=6{\cdot}046$

ବା, $K=\frac{6{\cdot}046}{7{\cdot}269}=0{\cdot}82\ \frac{\text{କାଲୋରୀ}}{\text{ସେକେଣ୍ଡ}\times\text{ସେ:ମି:}\times C°}$

$\therefore$ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତା $=0{\cdot}83\frac{\text{କାଲୋରୀ}}{\text{ସେକେଣ୍ଡ}\times\text{ସେ:ମି:}\times C°}$ ।

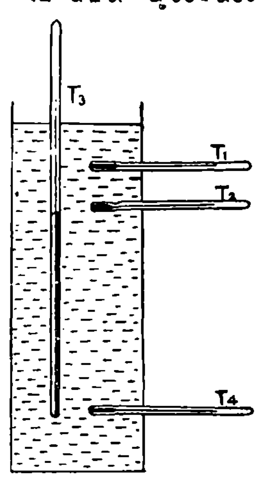
କେତେକ କଠିନ ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତା ଓ ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ମୂଲ୍ୟ (ସି:ଜି:ଏସ୍: ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ)

ପଦାର୍ଥର ନାମ	ତାପ ପରିବାହିତା	ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା
ରୁପା	0·97	1·74
ସୁନା	0·70	1·18
ତମ୍ବା	0·92	1·13
ଆଲୁମିନିଅମ୍	0·50	0·83
ଜିଙ୍କ୍	0·26	0·40
ସୀସା	0·08	0·24
ଲୁହା	0.16	0.18
ବିସମଥ୍	0·02	0·07
କାଚ	0·002	0·06

37.5 ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

କଠିନ ବସ୍ତୁ ଅପେକ୍ଷା ତରଳ ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ସଠିକ ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଗୋଟିଏ କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର । କାରଣ ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରିଚଳନ ଯୋଗୁ ତାପ ସଞ୍ଚରଣକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ରୋକିବା ଆଦୌ ସମ୍ଭବପର ହୁଏନାହିଁ । ଜଳର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ଯୋଗାଇଦେବା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ବଟମ୍‌ଲେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଣାଳୀରେ ଏକ ପରୀକ୍ଷା କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କ ପଦ୍ଧତିର ଅନୁସରଣରେ ଜଳର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟକୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସଠିକଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

ଚିତ୍ର (243)ରେ ଏହି ଉପକରଣର ନମୁନା ଚିତ୍ର ଦିଆଯାଇଛି । ପରୀକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ସିଲିଣ୍ଡର ଭିତରେ କିଛି ଜଳ ନିଆଯାଏ । ଏହି ଜଳର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଭାସୁଥିବା ଗୋଟିଏ କାଠପଟା ଉପରେ କିଛି ପରିମାଣର ଉତପ୍ତ ଜଳ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଢାଳିଦେଇ ଉତପ୍ତ ଜଳର ଗୋଟିଏ ସ୍ତରକୁ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଭିତରେ ଥଣ୍ଡା ଜଳର ଉପରକୁ ରଖି ଦିଆଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି 4ଟି • ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଇ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । T_1 ଓ T_2 ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ଦୁଇଟିକୁ ସିଲିଣ୍ଡରସ୍ଥିତ ଜଳର ଦୁଇଟି ଭୂସମାନ୍ତର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶରେ ଥିବା ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରଭେଦକୁ ମାପିବାପାଇଁ ବିନିଯୋଗ କରାଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 243)

T_1 ଓ T_2 ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳସ୍ତରଦେଇ ପରିବହନ ବିଧି ଅନୁଯାୟୀ ନିମ୍ନସ୍ଥ ଜଳରାଶି ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ତାପ ମାପିବା ଲାଗି ଏହି ଜଳସ୍ତରର ନିମ୍ନକୁ ଥିବା ଜଳରାଶିର ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା T_3 ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟର ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । T_3 ସୂଚିତ ଥର୍ମୋମିଟରର ନିମ୍ନଆଡ଼କୁ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହେବାକ୍ଷଣି

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ବନ୍ଦକରି ଦିଆଯାଏ । T_4 ଚିହ୍ନିତ ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ଆରମ୍ଭ ହେବାକ୍ଷଣି ଆମେ ଜାଣିପାରୁ ଯେ T_3 ଥର୍ମୋମିଟର ନିମ୍ନଆଡ଼କୁ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇ ଯାଇଛି । ଏପରି ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷା କରି ବଟମ୍‌ଲେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିଥିଲେ ଯେ ଜଳର ତାପ ପରିବାହିତା ହେଉଛି 0·002 (ପ୍ରାୟ)

କେତେକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପ ପରିବାହିତା :

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ନାମ	ତାପ ପରିବାହିତା
ଆଲକହଲ	0·0643
ଆନିଲିନ୍	0·0041
ଗ୍ଲିସରିନ୍	0·0068
ଟର୍‌ପେନ୍‌ଟାଇନ୍	0·003
ଜଳ	0·002

37.6 ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ଗୋଟିଏ କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର । ଏଠାରେ ପରିଚଳନ ଯୋଗୁ ସଞ୍ଚରିତ ତାପକୁ ରୋକିବା ତରଳ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକଠାରୁ ଆହୁରି କଷ୍ଟକର ପ୍ରତୀତ ହୁଏ । ପୁଣି ପରିବହନ ଓ ବିକିରଣ ଯୋଗୁ ସଞ୍ଚରିତ ହେଉଥିବା ତାପର ପୃଥକୀକରଣ ଘଟାଇବା ଏକ କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର ହୋଇଯାଏ ।

ବୈଜ୍ଞାନିକ ମ୍ୟୁଇର ବାୟୁର ତାପ ପରିବାହିତା ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥିଲେ । ତାଙ୍କଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ବାୟୁର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 0·000056 । କୁଣ୍ଡ୍ ଓ ୱାର୍‌ବର୍ଗ (Kundt and warburg) ନାମକ ଦୁଇ ଜଣ ବୈଜ୍ଞାନିକ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିଥିଲେ ଯେ ଉଦ୍‌ଜାନର ତାପ ପରିବାହିତା ବାୟୁଠାରୁ ପ୍ରାୟ 7·1 ଗୁଣ ଅଧିକ ଏବଂ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳର ତାପ ପରିବାହିତା ବାୟୁ ଅପେକ୍ଷା 0·59 ଗୁଣ ଅଧିକ ।

କେତେକ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ତାପ ପରିବାହିତା :

ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ନାମ	ତାପ ପରିବାହିତା
ବାୟୁ	0·000053
ଆମୋନିଆ	0·000048
ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ	0·000033
ଉଦ୍‌ଜାନ	0·00037
ଯବକ୍ଷାରଜାନ	0·000054
ଅମ୍ଳଜାନ	0.000056

ଗାଣିତକ ଉଦାହରଣ :

(1) 1 ବର୍ଗ ସେ:ମି: କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ 4·5 ମି:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଲୌହ ପଟାର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱର ତାପମାତ୍ରା 100°C ଓ ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱର ତାପମାତ୍ରା 110°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ତା' ଭିତର ଦେଇ 1 ମିନିଟ୍ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ କେତେକ ପରିମାଣର ତାପ ପରିବାହିତ ହୋଇ ଯାଇଛି ? [ଲୌହର ତାପ ପରିବାହିତା=0·15]

ଏଠାରେ $K=0{\cdot}15$, $t=60$ ସେକେଣ୍ଡ, $A=100\times100$ ବର୍ଗସେ:ମି:
$d=0{\cdot}45$ ସେ:ମି:, $\theta_1=110°C$ ଓ $\theta_2=100°C$

∴ (1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$Q=\frac{KA\,(\theta_1-\theta_2)t}{d}$$

$$=\frac{0{\cdot}15\times100\times100\times(110-100)\times60}{0{\cdot}45}$$

$$=\frac{0{\cdot}15\times100\times100\times10\times60}{0{\cdot}45}$$

$=2\times10^6$ କାଲୋରୀ ।

∴ ଦତ୍ତ ଲୌହ ପଟା ବାଟେ 1 ମିନିଟ୍ ସମୟ ଭିତରେ 2×10^6 କାଲୋରୀ ତାପ ପରିବାହିତ ହୋଇ ଯାଉଛି ।

(2) ଗୋଟିଏ କୋଠରିର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ତାପମାତ୍ରା 18°C ହୋଇଥିବା ସମୟରେ କୋଠରି ବାହାରର ତାପମାତ୍ରା 5°C ହୋଇଛି । 1 ବର୍ଗ ମିଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ 0·5 ସେ:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଚ ଝରକା ଦେଇ କୋଠରି ଭିତରୁ ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି କେତେ ପରିମାଣର ତାପ ପଦାକୁ ପରିବାହିତ ହୋଇଯିବ । [କାଚର ତାପ ପରିବାହିତା =0·002]

∴ ଏଠାରେ $\theta_1=18°C$, $\theta_2=-5°C$
$A=100\times100$ ବର୍ଗ ସେ:ମି:, $d=0{\cdot}5$ ସେ:ମି:
$K=0{\cdot}002$ ଓ $t=1$ ସେକେଣ୍ଡ

∴ (1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$Q=\frac{KA\,(\theta_1-\theta_2)\,t}{d}$$

$$=\frac{0{\cdot}002\times100\times100\times(18+5)\times1}{0{\cdot}5}$$

$=920$ କାଲୋରୀ/ସେକେଣ୍ଡ

∴ କାଚ ଝରକା ଦେଇ କୋଠରି ଭିତରୁ ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି 920 କାଲୋରୀ ତାପ ପଦାକୁ ଗଳି ଯାଉଛି ।

(3) 0·5 ସେ:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ଲେଟ୍ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ବାଷ୍ପ ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ ପ୍ରତି 1 ମିନିଟ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଉପଜାତ ହେଉଥିବା ବାଷ୍ପର ପରିମାଣ ନିମ୍ନ-ଲିଖିତ ଦତ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକରୁ ହିସାବ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ଜ୍ୱାଳନ ପ୍ରକୋଷ୍ଠ (Fire Chamber)ର କାନ୍ଥଗୁଡ଼ିକର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 2 ବର୍ଗ ମିଟର । ଏଥିରେ ଥିବା ପ୍ଲେଟର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱର ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ 200°C ଓ 120°C, ଷ୍ଟିଲ୍ ପ୍ଲେଟର ତାପ ପରିବାହିତା=0·164 ଓ ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=522 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ ।

ଏଠାରେ, K=0·164, A=2×100×100 ବର୍ଗ ସେ:ମି:, θ_1=200°C, θ_2=120°C, t=60 ସେକେଣ୍ଡ ଓ d=0·5 ସେ:ମି: ।

∴ (1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$Q = \frac{KA(\theta_1 - \theta_2)t}{d}$$

$$= \frac{0{\cdot}164 \times 2 \times 100 \times 100 \times (200-120) \times 60}{0{\cdot}5}$$

$$= \frac{0{\cdot}164 \times 2 \times 100 \times 100 \times 80 \times 60}{0{\cdot}5} \text{ କାଲୋରୀ}$$

522 କାଲୋରୀ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଲେ 1 ଗ୍ରାମ୍ ବାଷ୍ପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।

∴ ଏଠାରେ ଉପଜାତ ହେଉଥିବା ବାଷ୍ପର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

$$= \frac{0{\cdot}164 \times 2 \times 100 \times 100 \times 80 \times 60}{0{\cdot}5 \times 522}$$

=60735·6 ଗ୍ରାମ ।

∴ ବାଷ୍ପ ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ ପ୍ରତି 1 ମିନିଟ୍ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ 60735·6 ଗ୍ରାମ ବାଷ୍ପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଛି ।

(4) ଗୋଟିଏ ହ୍ରଦର ଜଳରାଶିର ଉପରି ଭାଗକୁ ଥିବା ବାୟୁର ତାପମାତ୍ରା—1°C ଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିଛି । ହ୍ରଦର ଜଳ ରାଶିର ଉପର ଭାଗରେ ଥିବା ଜଳକୁ ବରଫରେ ପରିଣତ କରି 10 ସେ:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବରଫର ଆବରଣ ଗଠନ କରିବା ପାଇଁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ? ଦତ୍ତ ଅଛି ଯେ ହ୍ରଦରେ ଥିବା ଜଳର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା=0°C, ବରଫର ସାନ୍ଦ୍ରତା=0·92 ଗ୍ରାମ/ଘନ ସେ:ମି: ଓ ବରଫର ତାପ ପରିବାହିତା=5×10^{-3}

ମନେକର 10 ସେ:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫର ଆବରଣ ଗଠିତ ହୋଇଯିବା ପାଇଁ t ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ଲାଗୁଛି । ଯଦି ବରଫର ପୃଷ୍ଠ ତଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳକୁ 1 ବର୍ଗ ସେ.ମି: ବୋଲି ଧରି ନିଆଯାଏ । ତା'ହେଲେ ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ବରଫ ଆବରଣର ଆୟତନ 10 ଘନ ସେ:ମି: ହେବ ଏବଂ ଏହି ଆବରଣର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ ହେବ 10×0·92 ଗ୍ରାମ୍ ।

କିନ୍ତୁ 1 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ 1 ଗ୍ରାମ ବରଫରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଥିବା ସମୟରେ 80 କାଲୋରୀ ତାପ ହରାଇଥାଏ ।

∴ 10×0.92 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ଉପନ୍ନ ହେବା ପାଇଁ ଜଳ ହରାଉଥିବା ତାପ
$= 10 \times 0.92 \times 80$ କାଲୋରୀ .... (5)

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ମନେକରିବା ଯେ ଏହି ତାପ 5 ସେ:ମି: ହାରାହାରି ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବରଫ ଖଣ୍ଡ ଦେଇ ପରିବାହିତ ହୋଇଯାଉଛି, କାରଣ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ ବରଫ ଆବରଣର ସ୍ଥୂଳତା ଶୂନ୍ୟ ଥିଲା ଓ ଶେଷକୁ ଏହି ଆବରଣର ସ୍ଥୂଳତା 10 ସେ:ମି: ହୋଇଯାଇଛି ।

∴ (1) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ

$$Q = \frac{KA\,(\theta_1 - \theta_2)\,t}{d}$$

$$= \frac{5 \times 10^{-3} \times 1 \times \{0-(-1)\}\,t}{5}$$

$$= \frac{5 \times 10^{-3} \times t}{5} \;\;......... (6)$$

∴ (5) ଓ (6) ସମୀକରଣ ଦ୍ୱୟର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ସଂଖ୍ୟା ଦୁଇଟି ଏକା ତାପକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଛନ୍ତି ।

ତେଣୁ, $10 \times 0.92 \times 80 = \dfrac{5 \times 10^{-3} \times t}{5}$

ବା, $t = \dfrac{92 \times 8}{10^{-3}} = 92 \times 8 \times 1000$ ସେକେଣ୍ଡ
$= 8.5$ ଦିନ ।

∴ ହ୍ରଦ ଉପରିଭାଗରେ 10 ସେ:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବରଫ ଆବରଣ ଗଠିତ ହୋଇଯିବା ପାଇଁ 8·5 ଦିନ ସମୟ ଲାଗିବ ।

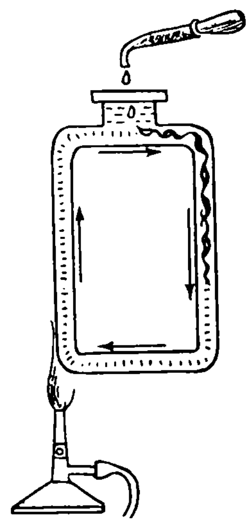
ପରିଚଳନ

37.7 ପରିଚଳନ ରୀତି ଅନୁଯାୟୀ ତାପର ସଞ୍ଚରଣ ସମ୍ପର୍କୀୟ କେତୋଟି ପରୀକ୍ଷା :

(1) ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଚଳନ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନକୁ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳକୁ ତଳଆଡ଼ୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦେଲେ, ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ପରିଚଳନ-ସ୍ରୋତ (Convection Currents) ଉପଜାତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହି ଜଳ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ହେତୁ ସମୁଦାୟ ଜଳ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଏ ।

ନିମ୍ନଲିଖିତ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଳ ଉତ୍ତପ୍ତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ଜଳ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଦେଖି ହେବ । ଗୋଟିଏ କାଚ ନଳୀକୁ ବଙ୍କାଇ ଦିଆଯାଇ ଗୋଟିଏ ଆୟତକ୍ଷେତ୍ର ସଦୃଶ କରି ଦିଆଯାଉ ଏବଂ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଜଳ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଉ । [ଚିତ୍ର 244 ଦେଖ ।] ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ଜଳ ଧାରିତ ନଳୀର ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବ ପାର୍ଶ୍ୱ ନଳୀକୁ ତଳଆଡ ଜ୍ୱାଳକ ସାହାଯ୍ୟରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଉ ।

ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ତାପ ଲାଭ କରି ସେହି ଲମ୍ବ ନଳୀରେ ଥିବା ଜଳ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ନଳୀରେ ଥିବା ଥଣ୍ଡା ଓ ଭାରି ଜଳ ଏହାକୁ ଉପରକୁ ଠେଲିଥାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆୟତାକାର ନଳୀର ଉପର ମୁହଁବାଟେ, ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି କେତେ ଟୋପା ରଙ୍ଗୀନ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଏହି ନଳୀ ଭିତରକୁ ପକାଇ ଦିଆଯାଉ । ଏହି ରଙ୍ଗ କିପରି ଭାବରେ ନଳୀ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳ ସହ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇ ଯାଉଛି, ତାହାକୁ ଅନାୟାସରେ ପଦାରୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କଲେ ଆମେ ଜାଣି ପାରିବା ଯେ ନଳୀ ଭିତରେ ପରିଚଳନ ରୀତି ଅନୁଯାୟୀ ଜଳ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ କିପରି ଭାବରେ ଘଟୁଛି ଏବଂ ଏହା ସମୁଦାୟ ଜଳରାଶିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବାରେ କିପରି ଭାବରେ ସାହାଯ୍ୟ କରି ପାରୁଛି । ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପରିଲକ୍ଷିତ କରି ଜାଣି ହୁଏ ଯେ ପରିଚଳନ ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତାପର ସଞ୍ଚରଣ ଘଟାଇବା ପାଇଁ ସେହି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ଜାତ ହୋଇଥାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ନିଜେ ତାପ ବାହକର କାର୍ଯ୍ୟ କରି ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ତାପ ପହଞ୍ଚାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ସମୁଦାୟ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଏ ।

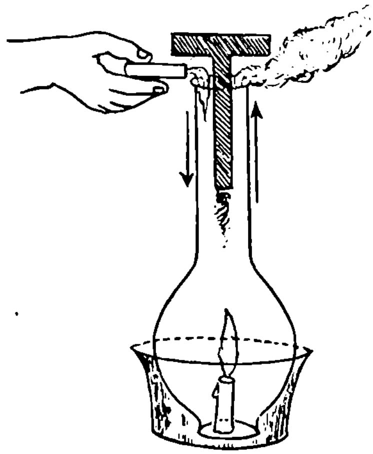


(ଚିତ୍ର 244)

(2) ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଚଳନ ଦ୍ୱାରା ତାପ ଏକ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ସ୍ଥାନକୁ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇଯାଏ । ପରିଚଳନରେ ବାୟୁରେ କିପରି ଭାବରେ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ ଘଟେ, ତାହା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣା ପଡ଼ିବ ।

(i) ଏକ ପାତ୍ରରେ ମହମ ବତୀଟିଏ ରଖି ତାକୁ ଜଳାଇ ବତୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଚିମିନି ଦ୍ୱାରା ଘୋଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଉ । ତଦ୍ୱାରା ବତୀଟି ଭଲ ଭାବରେ ଜଳିବ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପାତ୍ରରେ ଅଳ୍ପ ଅଳ୍ପ ଜଳ ଢାଳିଲେ ଅଗ୍ନି ଶିଖାଟି କ୍ଷୀଣ ହୋଇଯିବ । କାରଣ, ଚିମିନି ଭିତରେ ଥିବା ଅମ୍ଳଜାନ ନିଃଶେଷ ହୋଇ ତାହା ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯିବ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ଚିମିନି ଭିତରକୁ ଅମ୍ଳଜାନ ଧାରିତ ତଟକା ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରି ପାରୁ ନାହିଁ ଓ ତହିଁରେ ଥିବା ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ମଧ୍ୟ ପଦାକୁ ପଳାଇଯିବା ପାଇଁ ବାଟ ପାଉ ନାହିଁ ।

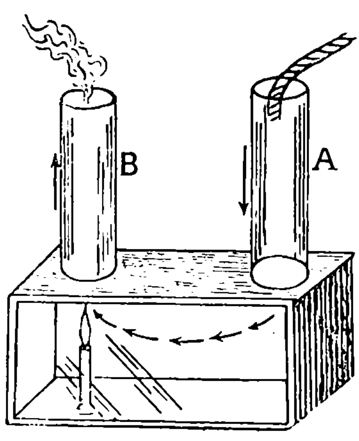
ଏତିକିବେଳେ ଚିମିନିର ମୁହଁଟିକୁ ଦୁଇଭଗ କରିଦେବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ T ଆକୃତି ଟିଣ ଚିମିନିର ମୁହଁରେ ଲଗାଇ ଦିଅ । ଟିଣ ଖଣ୍ଡର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଅଧା ଜଳି ଧୂଆଁ ବାହାରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ଫିଲଟର କାଗଜ ଧରିଲେ ସେହି ଟିଣର ଅନ୍ୟ ପାଖରେ ଧୂଆଁ ବାହାରିବା ଦେଖାଯିବ । [ଚିତ୍ର 245 ଦେଖ] ଏଥିରୁ ଜଣା ପଡ଼ୁଛି ଯେ ଟିଣର ଏକ ପାର୍ଶ୍ୱ ଦେଇ ନିର୍ମଳ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଛି ଏବଂ ଅପର ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଦୂଷିତ ବାୟୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଯାଉଛି । ଏଣୁ କ୍ଷୀଣପ୍ରଭ ବତୀଟି ପୁଣି ତେଜିୟାନ ହୋଇ ଜଳି ଉଠୁଛି ।



(ଚିତ୍ର 245)

(iii) ଗୋଟିଏ ବାକ୍ସର ଆଗ ପାଖରେ ଖଣ୍ଡେ କାଚ କବାଟ ଲଗାଇ ଦିଆଯାଉ ଓ ବାକ୍ସ ଉପର ପାଖରେ ଦୁଇଟି ଛିଦ୍ର କରଯାଉ । ଛିଦ୍ର ଦୁଇଟି ଉପରେ ଦୁଇଟି କାଚ ଚିମିନି ଲଗାଯାଉ ଓ କାଚ କବାଟକୁ ଖୋଲି ଦିଆଯାଇ ଗୋଟିଏ ଚିମିନି ତଳେ ଗୋଟିଏ ମହମ ବତୀ ଜାଳି ଦିଆଯାଉ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ବାୟୁର ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ 'A' ଚିମିନି ଦେଇ ପ୍ରବେଶ କରି 'B' ଚିମିନି ବାଟେ ପଦାକୁ ଚାଲିଯାଏ । [ଚିତ୍ର 246 ଦେଖ ।] ଦେଖାଯାଏ ଯେ, ବତୀ ଜଳୁଥିବା ଚିମିନି ତଳର ବାୟୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ଉପରକୁ ଉଠେ ଏବଂ ତା'ର ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିବା ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ଚିମିନି ବାଟେ ବାହାରର ତଟକା ଥଣ୍ଡା ବାୟୁ ବାକ୍ସ ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରେ । ନିଆଁ ଲଗାଇ ଧୂଆଁ ଜାତ କରି ଖଣ୍ଡେ କାଗଜକୁ ବତୀ ନ ଥିବା ଚିମିନି ଉପରେ ଧରିଲେ 'B' ଚିମିନି ବାଟେ ଧୂଆଁ ପଦାକୁ ଚାଲିଯାଏ ।

(iv) ବ୍ୟବହୃତ ଲଣ୍ଠନର ନିମ୍ନ ଭାଗରେ ଓ ଉପରି ଭାଗରେ କେତେକ ଛିଦ୍ର ଥାଏ । ତଳ ଛିଦ୍ର ବାଟେ ଥଣ୍ଡା ବାୟୁ ଲଣ୍ଠନ ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରେ ଓ ଉପର ଛିଦ୍ରବାଟେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାୟୁ ପଦାକୁ ବାହାରି ଯାଏ । ତଳ ଛିଦ୍ର ବନ୍ଦ କରିଦେଲେ ଲଣ୍ଠନ ଭିତରେ ଅମ୍ଳଜାନର ଅଭାବ ପଡ଼େ ଓ ବତୀଟି ଶୀଘ୍ର ଲିଭିଯାଏ । ଉପର ଛିଦ୍ର ବନ୍ଦ କରି ଦେଲେ, ଧୂଆଁ ଲଣ୍ଠନ ଭିତରୁ ସହଜରେ ପଦାକୁ ଯାଇ ପାରେ ନାହିଁ । ତେଣୁ ବାୟୁର ଗତି ରୋଧ ହୋଇ ବତୀଟି ଭଲ ଭାବରେ ଜଳେ ନାହିଁ ଓ ଅଧିକ ଧୂଆଁ ବାହାରେ । ଗରମ ଧୂଆଁ ଥଣ୍ଡା ବାୟୁଠାରୁ ହାଲୁକା ହୋଇଥିବାରୁ ତାହା ପଦାକୁ ସୁବିଧାରେ ବାହାରି ଯିବା ପାଇଁ ବାଟ ରଖିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏହି କାରଣ ଯୋଗୁଁ ପକ୍କା ରୋଷେଇ ଘର ଓ କଳ କାରଖାନା-ମାନଙ୍କରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଧୂଆଁ ବାହାରିଯିବା ସକାଶେ ଲମ୍ବା ଲମ୍ବା ଚିମିନି ଥାଏ, ଚିମିନି ଠିକ୍ ଥିଲେ ବାୟୁରେ ଯେଉଁ ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ଉପୁଜାତ



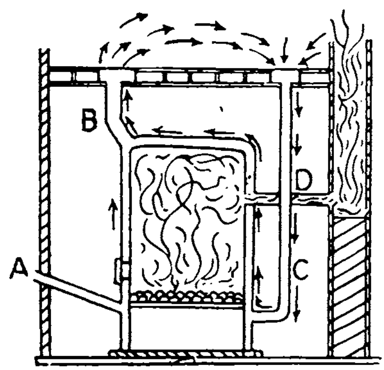
(ଚିତ୍ର 246)

ହୁଏ, ତାହା ଫଳରେ ତଳ ଆଡ଼ୁ ଯଥେଷ୍ଟ ତଟକା ବାୟୁ ଚୁଲି ଭିତରକୁ ଆସି ଜାଳେଣିକୁ ଭଲ ଭବରେ ଜଳାଏ । ତେଣୁ ବେଶୀ ଧୂଆଁ ହୁଏ ନାହିଁ ଓ କମ୍ ଜାଳ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ ।

37.୪ ତାପ ପରିଚଳନ ପଦ୍ଧତିର ଘରୋଇ କାର୍ଯ୍ୟରେ ବିବିଧ ବିନିଯୋଗ :

(1) ଉତ୍ତପ୍ତ ବାୟୁର ପ୍ରବାହରେ କୋଠରୀକୁ ଉଷ୍ମ ରଖିବାର ଉପାୟ :

ପରିଚଳନ ଦ୍ୱାରା ବାୟୁରେ ତାପ ସଞ୍ଚରଣ କରି ଶୀତ ପ୍ରଧାନ ଦେଶରେ କୋଠରିଗୁଡ଼ିକୁ ଉଷ୍ମ ରଖାଯାଏ । ଚିତ୍ର 247ରେ ତାର ଏକ ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏଠାରେ A ସୂଚିତ ନଳୀ ବାଟେ ଥଣ୍ଡା ବାୟୁ କୋଠରି ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରୁଛି । ଏହି ବାୟୁକୁ ଗୋଟିଏ ଜାଳେଣି ବାକ୍ସ (Fire box) ସ୍ପର୍ଶରେ ଏହାକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରା ଯାଉଛି । ଫଳରେ ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ହାଲୁକା ବାୟୁ B ନଳୀ ବାଟେ ନିର୍ଗତ ହୋଇ କୋଠରିର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନକୁ ଉଷ୍ମ କରି ଦେଉଛି । ଏହା ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯିବା ପରେ, ପୁନର୍ବାର ଏହାକୁ C ନଳୀ ବାଟେ ଜାଳେଣି ବାକ୍ସର ସ୍ପର୍ଶରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଉଛି । ଏ ରୂପେ କୋଠରିରେ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଭବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ବାୟୁର ପ୍ରବାହ ହେତୁ କୋଠରି ସର୍ବଦା ଉଷ୍ମ ରହୁଛି । ଜାଳେଣି ବାକ୍ସରେ ଦହନ ସଂଜାତ ଧୂଆଁକୁ ନିର୍ଗତ କରିଦେବା ପାଇଁ D ନଳୀଟିକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଛି ଏବଂ ଏହି D ନଳୀବାଟେ ଧୂଆଁ କୋଠରିରୁ ପଦାକୁ ଚାଲିଯାଉଛି । ପଦାରୁ କୋଠରି ଭିତରକୁ ତଟକା ଓ ଅମ୍ଳଜାନଯୁକ୍ତ ଶୀତଳ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରୁଥିବାରୁ କୋଠରିର ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ମନୁଷ୍ୟ ଶରୀର ପ୍ରତି ହିତକାରକ ଅଟେ ।

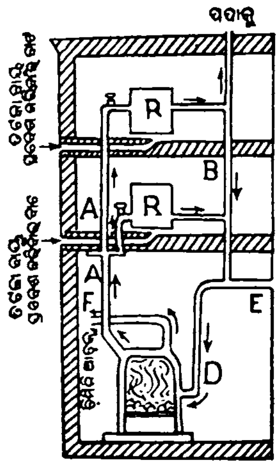


(ଚିତ୍ର 247)

(2) ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ କୋଠରୀକୁ ଉଷ୍ମ ରଖିବାର ଉପାୟ :

ଶୀତ ପ୍ରଧାନ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ପ୍ରବାହ ଦ୍ୱାରା କୋଠରିକୁ ଉଷ୍ମରଖାଯିବାର ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 248ରେ ଏତାଦୃଶ ଆୟୋଜନର ଗୋଟିଏ ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏଠାରେ ଚୁଲି ସାହାଯ୍ୟରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ A ନଳୀବାଟେ ଗୋଟିଏ ବିକିରକ (radiator) ଅଭ୍ୟନ୍ତରକୁ ଚାଲିଯାଉଛି । ଏହି ବିକିରକ (R) ଭିତରେ ଥିବା କୁଣ୍ଡଳୀ ଆକୃତିର ନଳୀଗୁଡ଼ିକରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ପ୍ରବାହ ହେତୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ପଦାକୁ ତାପ ବିକିରଣ କରି ପାରୁଛନ୍ତି ।

ଏଣୁ କୋଠରିର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଛି ଓ କୋଠରିଟିକୁ ଉଷୁମରଖିବା ସମ୍ଭବପର ହେଉଛି । ବିକିରକ ଭିତରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳ, ଥଣ୍ଡା ହେଲପରେ B ଓ D ନଳୀ ବାଟେ ଚୁଲିଭିତରକୁ ପୁନର୍ବାର ଆସି ପାରୁଛି ଓ ସେହି ଥଣ୍ଡା ଜଳ ପୁନର୍ବାର ଗରମ ହୋଇଯାଇ ବିକିରକ ଭିତରେ A ନଳୀ ବାଟେ ପ୍ରବେଶ କରୁଛି, ଜଳର ପ୍ରବାହ ଏପରି ହେବାର କାରଣ A ନଳୀର ଜଳ ଉତ୍ତପ୍ତ ହେତୁ ହାଲୁକା ହୋଇ ଉପରକୁ ଯାଇପାରୁଛି ଏବଂ B ନଳୀ ବାଟେ ଥଣ୍ଡା ଓ ଘନୀ ଜଳ ତଳଆଡ଼କୁ ଗଡ଼ି ଆସି ପାରୁଛି । E ନଳୀ ବାଟେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହେବା ପାଇଁ ଚୁଲଭିତରକୁ ଆବଶ୍ୟକ ସ୍ଥଳେ ଜଳ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି ଏବଂ ଚୁଲ୍ଲିରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ଧୂଆଁକୁ F ନଳୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବା ଚିମିନିରେ ପଦାକୁ ନିଷ୍କାସିତ କରାଯାଉଛି । ବିକିରକରୁ ନିର୍ଗତ ଥଣ୍ଡା ଜଳରୁ ଅଳ୍ପ ଯଦି B ଓ D ନଳୀବାଟେ ତଳକୁ ନଯାଇ



(ଚିତ୍ର 248)

ଦୈବାତ୍ ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତାହାକୁ ପଦାରେ ଥିବା ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ଟାଙ୍କି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୋହି ନେବାପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଭୂଲମ୍ବ ପାଇପ୍‌ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆ ଯାଉଛି ।

ବାୟୁ ଚଳାଚଳ (Ventilation) :

କୋଠରି ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ବାୟୁ ଗରମ ଓ ଦୂଷିତ ହେଲେ ହାଲୁକା ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ହାଲୁକା ବାୟୁ ଉପରକୁ ଉଠିପାଏ । ଏହାର ସ୍ଥାନ ପୂରଣ କରିବାକୁ ବାହାରର ନିର୍ମଳ ଶୀତଳ ବାୟୁ କୋଠରି ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରେ । ଘର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଦୂଷିତ ବାୟୁ ପଦାକୁ ଚାଲିଯିବାପାଇଁ କାନ୍ଥର ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱାଂଶରେ ଝରକା ରହିଥାଏ । କୋଠରିର ବିପରୀତ କାନ୍ଥରେ ମୁହାଁମୁହିଁ ଝରକା ଥିଲେ ଗୋଟିଏ ଝରକା ଦେଇ ଦୂଷିତ ବାୟୁ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଝରକା ଦେଇ ନିର୍ମଳ ବାୟୁ କୋଠରି ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶକରେ । ଦୂଷିତ ବାୟୁର ନିଷ୍କାସନ ଏବଂ ନିର୍ମଳ ବାୟୁର ଆଗମନକୁ **'ବାୟୁ ଚଳାଚଳ'** କୁହାଯାଏ । ବାୟୁ ଚଳାଚଳ ଯୋଗୁଁ କୋଠରିରେ ନିର୍ମଳ ବାୟୁ ସଞ୍ଚାଳିତ ହୋଇ ଆରାମଦାୟକ ତଥା ସ୍ୱାସ୍ଥ୍ୟକର ପରିସ୍ଥିତିରେ ବସବାସ ଉପଯୋଗୀ ହୁଏ । ସିନେମା, ଥିଏଟର ଘର ପ୍ରଭୃତିରେ ଦୂଷିତ ଗରମ ବାୟୁ ଶୀଘ୍ର ଶୀଘ୍ର ଅନାୟାସରେ ବାହାରିଯିବା ପାଇଁ କାନ୍ଥର ଉପରିଭାଗରେ ସାନ ସାନ ଝରକା ଥାଏ । କେତେକ ଘରେ ସେହି ଦୂଷିତ ବାୟୁକୁ ବାହାର କରିଦେବା ପାଇଁ ପଙ୍ଖା ମଧ୍ୟ ଲାଗିଥାଏ ।

ପ୍ରକୃତରେ ତାପ ପରିଚଳନର ବିବିଧ ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ :

ଭୂପୃଷ୍ଠର ବାୟୁ ସମଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ ବିଭିନ୍ନ ବାୟୁସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ । ଦିନବେଳେ ସ୍ଥଳଭାଗ ଉପରିସ୍ଥ ବାୟୁ ଶୀଘ୍ର ଗରମ ହୋଇ ଉପରକୁ ଉଠେ । ଏହାର ସ୍ଥାନ ପୂରଣ ପାଇଁ ଜଳଭାଗର ଶୀତଳ ବାୟୁ ସ୍ଥଳଭାଗ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଏହିପରି ଭୂ-ବାୟୁ (Land breeze) ଓ ସାମୁଦ୍ରିକ ବାୟୁ ପରିଚାଳନ ସ୍ରୋତ ଯୋଗୁଁ ଉତ୍ପତ୍ତି ଲାଭ କରି ଥାଆନ୍ତି ।

ଜଳରେ ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ଜାତ ହେତୁ ଜଳପୃଷ୍ଠର ନିମ୍ନରେ ଶୀତଳ ମେରୁ-ସ୍ରୋତ (Polar current) ଏବଂ ଉପରିଭାଗରେ **କରକ୍ଷ ସ୍ରୋତ** (Equatorial current) ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ସେହିପରି ସମୁଦ୍ରରେ ଗରମ ଓ ଶୀତଳ ସ୍ରୋତର ଉତ୍ପତ୍ତି କେବଳ ତାପ ପରିଚଳନ ଯୋଗୁଁ ଘଟିଥାଏ ।

ଆମ ଶରୀରରେ ଅନବରତ ମୃଦୁ ଦହନ ଚାଲିଛି । ଆମେ ନାକବାଟେ ନିର୍ମଳ ବାୟୁ ନିଃଶ୍ୱାସରେ ନେଇ ପୁଣି ସେହିବାଟେ ଦହନ ଅବଶେଷକୁ ପ୍ରଶ୍ୱାସରେ ଛାଡ଼ିଥାଉ । ନାକ ହେଉଛି ଆମ ଶରୀରର ଚିମିନି । ଆମ ଫୁସ୍‌ଫୁସ୍ ପମ୍ପ ସଦୃଶ କାର୍ଯ୍ୟ ନିର୍ବାହ କରି ନାକବାଟେ ତଟକା ବାୟୁ ଶୋଷି ନେଉଛି ଏବଂ ସେହି ନାକବାଟେ ପ୍ରଶ୍ୱାସ ବାୟୁକୁ ଚାପାଦେଇ ନିଷ୍କାସିତ କରି ଦେଉଛି । ଏହିପରି ଭାବରେ ଆମ ଶରୀରରେ ଅହରହ ବାୟୁର ପରିଚଳନ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ।

37.8 ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଓ ଆଲୋକ (Radiant heat and light) :

ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ଯେ ବିକିରଣ ରୀତି ଅନୁଯାୟୀ ତାପର ସଞ୍ଚରଣ ସମୟରେ କୌଣସି ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ନାହିଁ । ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତି ମହାଶୂନ୍ୟରେ ସଞ୍ଚରିତ ହୋଇ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଆଡ଼କୁ ଆସିଥାଏ ଏବଂ ଏହି ଶକ୍ତି କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇଯିବା ପରେ ବସ୍ତୁଟି ତାପଶକ୍ତି ଲାଭ କରିଥିବାର ଜଣାପଡ଼େ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ବଲ୍‌ବ୍‌ର ଉତ୍ତପ୍ତ ଫିଲମେଣ୍ଟଠାରୁ ଶୂନ୍ୟରେ ଶକ୍ତି ବିକିରିତ ହୋଇ ତାହାର କାଚଥଳିର କାନ୍ଥ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆସିଥାଏ । ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଏ ରୂପେ ନିଜଠାରୁ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରି ଥାଆନ୍ତି । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଏହି ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ଶକ୍ତି ଶୋଷିତ ହୋଇଯିବା ପରେ, ତାହା ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ ।

ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ନିଜଠାରୁ ତାପଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରି ଥାଆନ୍ତି । ଆଲୋକ ଶକ୍ତିର ଯେପରି-ଶୋଷଣ, ପ୍ରତିଫଳନ ଓ ପ୍ରତିସରଣ ଘଟେ, ଠିକ୍ ସେହିପରି ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ମଧ୍ୟ ବସ୍ତୁ ମାଧ୍ୟମରେ ଶୋଷିତ, ପ୍ରତିଫଳିତ ଓ ପ୍ରତିସରିତ ହୋଇଥାଏ । ଉଭୟ ଆଲୋକଶକ୍ତି ଓ ତାପଶକ୍ତି ତରଙ୍ଗ ଆକାରରେ ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗକୁ ବିସ୍ତାର ଲାଭ କରିଥାନ୍ତି । ଉଭୟଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ହେଉଛି ଯେ ଆଲୋକ ଶକ୍ତିର ତରଙ୍ଗ—ଦୈର୍ଘ୍ୟ (Wave length)ର ପରିମାଣ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପଶକ୍ତି ଅପେକ୍ଷା ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍ ।

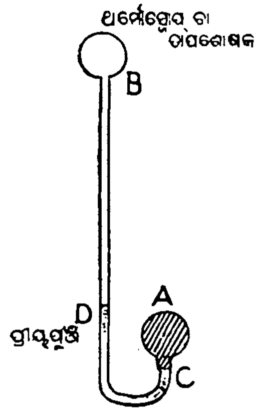
ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଭିତର ଦେଇ ଅନାୟାସରେ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇ ପାରେନାହିଁ । ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର ତାପ ସ୍ୱଚ୍ଛତା (Transpavency) ପରିମାଣ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ରଶ୍ମିକୁ ନିଜ ଭିତର ଦେଇ ପ୍ରତିସରିତ ହୋଇଯିବା ପାଇଁ କୌଣସି ବାଧା ପ୍ରଦାନ କରୁ ନଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୟ ଏକ ପ୍ରକାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପପ୍ରତି ତାହା ଗୋଟିଏ ଅସ୍ୱଚ୍ଛ ବସ୍ତୁ ସଦୃଶ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, କାଚ ପରଦା ଭିତର ଦେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ଆସୁଥିବା ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ରଶ୍ମି ଅନାୟାସରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥିବାର ଆମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥାଉ ମାତ୍ର, ଭୂପୃଷ୍ଠ ଏହି ସୂର୍ଯ୍ୟାଗତ ରଶ୍ମିକୁ ଶୋଷଣକରି ସାରିବା ପରେ ନିଜଠାରୁ ଯେଉଁ ବିଭିନ୍ନ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପରଶ୍ମି ବିକିରଣ କରିଥାଏ, ତାହା କାଚ ଝରକା ଭିତରଦେଇ ଗତିଶୀଳ ହୋଇ ପାରେ ନାହିଁ ।

37.9 ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ମାପିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ବିଭିନ୍ନ ଯନ୍ତ୍ର :

(1) ଇଥରୀୟ ତାପଦର୍ଶୀ ବା ଇଥର ଥରମୋସ୍କୋପ

(Ether thermoscope) :

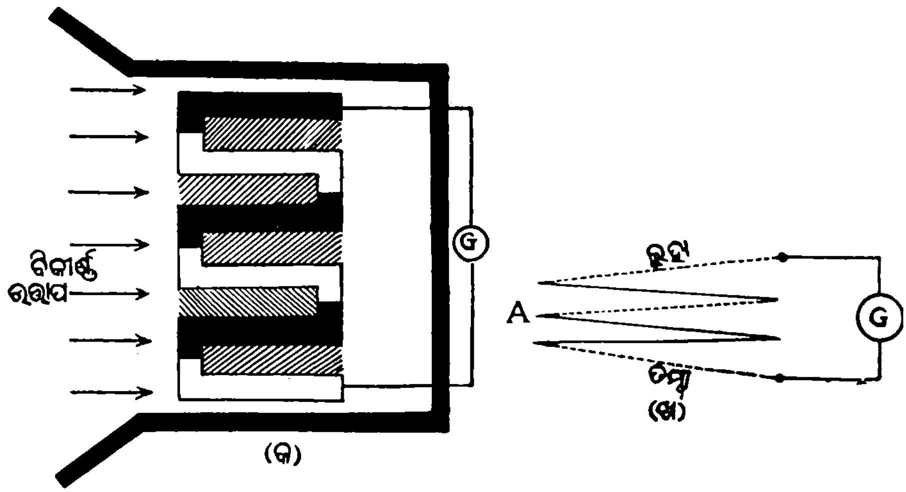
ଏହି ଯନ୍ତ୍ରଟିର ନମୁନା ଚିତ୍ର 249 ରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି । ଏହି ଯନ୍ତ୍ରଟିରେ ଦୁଇଟି କାଚ ଗୋଲକକୁ ଗୋଟିଏ ବଙ୍କା କାଚନଳୀ ଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପରସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରା ଯାଇଥାଏ । ଉପକରଣ ଭିତରୁ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସିତ କରାଯାଇ କିଛି ପରିମାଣର ଇଥର୍ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ତେଣୁ ଉପକରଣର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ କେବଳ ଇଥର୍ ଓ ଇଥରୀୟ ବାଷ୍ପ ରହିଥାଏ । ଏଥିରେ ଥିବା A ସୂଚିତ ଗୋଲକର ବାହ୍ୟକାନ୍ଥରେ ଡିବି କଳାର ଗୋଟିଏ ଆବରଣ ଲେପି ଦିଆଯାଇ ଥାଏ । ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଯେତେବେଳେ A ଗୋଲକର ବାହ୍ୟକାନ୍ଥ ଉପରେ ଆପତିତ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ଗୋଲକର ଉପରି ଭାଗରେ ଥିବା କଳା ଆବରଣ ତାହାକୁ ଶୋଷଣ କରିନିଏ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ଉପକରଣ ଭିତରେ ଥିବା ଇଥର୍‌ଭଳି ଗୋଟିଏ ଉଦ୍‌ବାୟୀ ବସ୍ତୁର ବାଷ୍ପ ଚାପର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଯାଏ । ଏପରି ଘଟିବା ସମୟରେ ବଙ୍କା କାଚନଳୀର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟି ନିକ୍ଷେପ କଲେ ଦେଖାଯାଏ ଉଭୟ ନଳୀରେ ଥିବା ଇଥର୍‌ର ପତନ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇନାହିଁ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀରେ ଇଥର୍‌ର ପତନ (C) ଅନ୍ୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀ (D) ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ହେଉଛି । ଏରୂପେ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱନଳୀର ଇଥର୍ ସ୍ତମ୍ଭର ପତନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣରୁ ଶୋଷିତ ହୋଇଥିବା ତାପ ପରିମାଣ ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର (249)

(ii) ତାପ ବୈଦ୍ୟୁତ୍‌ପୁଞ୍ଜ ବା ଥର୍ମୋପାଇଲ୍ (Thermopile) :

ବିକୀର୍ଣ୍ଣତାପର ପରିମାଣକୁ ମାପିବା ଓ ଚିହ୍ନୋଟ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ସୁଗ୍ରାହୀଯନ୍ତ୍ରଟିକୁ ବହୁଳଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । ଥର୍ମୋକପ୍ଲ (Thermocouple)ର ସିଦ୍ଧାନ୍ତଟିକୁ ଏହି ଯନ୍ତ୍ରରେ ସଦୁପଯୋଗ କରାଯାଇଥାଏ । ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଧାତବ ବସ୍ତୁକୁ ପରସ୍ପର ସହ ମୁଣ୍ଡକୁ ମୁଣ୍ଡ ଯୋଡ଼ିଦେଲେ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଗଠନ କରାଯିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 250ରେ ତମ୍ବା ଓ ଲୁହା ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋକପ୍ଲର ଚିତ୍ର ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ତମ୍ବା ଓ ଲୁହାକୁ ଯୋଡ଼ି ଦିଆଯାଇଥିବା ଛକ ସ୍ଥାନ-ଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଥର୍ମୋକପ୍ଲରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଘଟୁଛି । ଚିତ୍ର 250ରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ଥର୍ମୋକପ୍ଲର A ସୂଚିତ ଛକ ସ୍ଥାନଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅନ୍ୟ ଛକଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରା ଠାରୁ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଗଲେ ଓ ସେହି ଅଳ୍ପ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଛକସ୍ଥାନଗୁଡ଼ିକୁ ଗୋଟିଏ ଗାଲଭନୋମିଟର (G) ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରି ଦିଆଗଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଗାଲଭନୋମିଟର୍‌ର ସୂଚକ କଣ୍ଟାଟି ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଭିତରେ ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଘଟୁଥିବାର ଦର୍ଶାଇ ପାରୁଛି । କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଛକ ସ୍ଥାନମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରାର ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ଯେତେ ଅଧିକ ହୁଏ,



ଚିତ୍ର (250)

ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ସେତେ ଅଧିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉ ଥିବାର ଜଣାପଡ଼େ । ଏ ରୂପେ ଉତ୍ପନ୍ନ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ ତାପ-ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ (Thermo electric current) କୁହାଯାଏ ।

ଚିତ୍ର 250 (କ) ରେ ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋପାଇଲର ନମୂନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଥର୍ମୋପାଇଲରେ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ବିସ୍‌ମଥ୍ ଓ ଆଣ୍ଟିମୋନିଦ୍ୱାରା ଥର୍ମୋକପ୍ଲକୁ ଗଠନ କରାଯାଏ । ଚିତ୍ର 250କ ରେ କଳାଅଂଶଗୁଡ଼ିକ ବିସମଥ୍ ପଟାକୁ, ଧଳାଅଂଶଗୁଡ଼ିକ ଆଣ୍ଟିମୋନି ପଟାକୁ ଓ ରେଖାଙ୍କିତ ଅଂଶଗୁଡ଼ିକ ଉଭୟ ପ୍ରକାର ପଟା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ କୁପରିବାହୀ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ସୂଚେଇ ଦେଇଛି । ଛକଗୁଡ଼ିକର ସଂଖ୍ୟାଗୁଡ଼ିକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଚିତ୍ର 250ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ତୁଲ୍ୟ ବିସ୍‌ମଥ୍ ଓ ଆଣ୍ଟିମୋନି ପଟାଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ତୂପୀକୃତ ଆକାରରେ ରଖାଯାଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ଏହି ଯନ୍ତ୍ରଟିକୁ ଥର୍ମୋପାଇଲ କୁହାଯାଏ ।

ଏଥିରେ ଯେତେ ଅଧିକ ଧାତବ ପଟା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଯନ୍ତ୍ରଟି ସେତେ ଅଧିକ ସୁଗ୍ରାହୀ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିରେ ଥିବା ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ଛକଗୁଡ଼ିକୁ ଚିତ୍ର 250ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବାଭଳି, ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଆଡ଼କୁ ମୁହାଁଇ ରଖିଦିଆଯାଏ ଏବଂ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହେଉ ନଥିବା ଛକକୁ ଚିତ୍ର 250ଖରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଭଳି, ଗୋଟିଏ ଗାଲଭନୋମିଟର ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରା-ଯାଇଥାଏ । ଥର୍ମୋପାଇଲର ଖୋଲା ମୁହଁରେ (ଅର୍ଥାତ୍, ତା'ର ଯେଉଁ ପାର୍ଶ୍ୱଟି ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଆଡ଼କୁ ମୁହାଁଇ ଥାଏ) ଗୋଟିଏ ଧାତବ କୋନ୍ ଖଚିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ଅଧିକ ପରିମାଣର ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପକୁ ଥର୍ମୋପାଇଲର ଖୋଲା ମୁହଁ ଉପରେ ଆପତିତ କରାଇବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଖୋଲା ମୁହଁରେ ଯେତେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ଆପତିତ ହୁଏ, ଥର୍ମୋକପ୍ଲର ଉଭୟ ପ୍ରକାର ଛକ ମଧ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ସେତେ

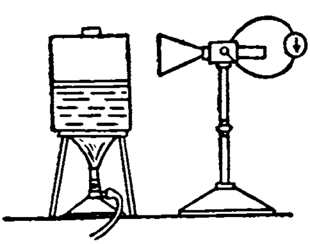
ବଢ଼ିଯାଏ । ଫଳରେ ଗାଲଭନୋମିଟର କଣ୍ଟାଟି ସେତେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବାର ସୂଚାଇ ଦିଏ । ଏପରି ଭାବରେ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଲେ ଆମେ ଗାଲଭନୋମିଟରର ସୂଚକ କଣ୍ଟାର ଅବସ୍ଥିତିରୁ ଆପତିତ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପର ପରିମାଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ତଥା ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଭାବରେ ସଠିକ ତଥ୍ୟ ହାସଲ କରି ପାରୁ ।

37.10 ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତା (Emissive power of a surface radiating heat) :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠତଳର ଏକ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳରୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ ସମୟରେ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଓ ଏକାପରି ଅବସ୍ଥାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହୋଇଥିବା ଆଉ ଗୋଟିଏ ସମ୍ୟକ ଭାବରେ ଡିବି କଳା ବୋଳାହୋଇଥିବା ପୃଷ୍ଠତଳରୁ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳରୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ଭିତରେ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପର ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତକୁ ଦତ୍ତ ପୃଷ୍ଠ ତଳର ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତା (Emissive power) କୁହାଯାଏ । ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶର ଅବସ୍ଥା ଏକା ପରି ହୋଇଥିବାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଯେ ଉଭୟଙ୍କର ତାପମାତ୍ର ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଥିବ ଏବଂ ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠତଳକୁ ଘେରି ରହିଥିବା ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଥିବ ।

ଏକ ପ୍ରକାରର ତାପମାତ୍ରାରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପୃଷ୍ଠତଳଗୁଡ଼ିକରୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ ହୋଇଥାଏ । ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳରୁ ଏହା ଜଣାପଡୁଛି । ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ଏତଦ୍ ସଂପର୍କୀୟ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଜ୍ଞାନ ହାସଲ କରିବା ପାଇଁ ଲେସ୍‌ଲିଙ୍କ ଘନକଟିକୁ (Leslie's Cube) ବ୍ୟବହାର କରି ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବେ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କରଯାଇ ପାରେ ।

ଲେସ୍‌ଲିଘନକଟି ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ବାକ୍‌ସ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ । ଏହି ବାକ୍‌ସର ଉପରି ଭାଗରେ ଗୋଟିଏ ଘୋଡ଼ଣି ଥାଏ, ବାକ୍‌ସଟିର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରାୟ 10 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ । ଏହାର ଚାରେଟିଯାକ କାନ୍ଥ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥରେ ଡିବି କଳା ବୋଳା



(ଚିତ୍ର 251)

ହୋଇଥାଏ, ଦ୍ୱିତୀୟ କାନ୍ଥରେ ଧଳା ରଙ୍ଗ ବୋଳା ହୋଇଥାଏ । ବାକ୍‌ସଟିର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାର୍ଶ୍ୱର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରାୟ 10 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ । ତାହାରି ଚାରେଟିଯାକ କାନ୍ଥ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥରେ ଡିବି କଳା ବୋଳା ହୋଇ ଥାଏ । ତୃତୀୟ କାନ୍ଥଟିର ପୃଷ୍ଠଦେଶକୁ ବନ୍ଧୁର ବା ଆବଡ଼ା ଖାବଡ଼ା କରଯାଇ ଥାଏ ଏବଂ ଚତୁର୍ଥ କାନ୍ଥଟିର ପୃଷ୍ଠଦେଶଟିକୁ ଅତ୍ୟଧିକ ପରିମାଣରେ ମସୃଣ କରଯାଇଥାଏ । ଏହି ବାକ୍‌ସ ଭିତରେ ଫୁଟନ୍ତା ଜଳ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ଗୋଟି ଭୂଲମ୍ବ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ଏପରି ଭାବରେ ସ୍ଥାପନ କରଯାଏ ଯେ ଗୋଟିଏ ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ଚାରିପଟେ ବାକ୍‌ସଟିକୁ ଇଚ୍ଛାକୃତ ଭାବରେ ଘୂରାଇବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇ ଥାଏ । ବାକ୍‌ସଠାରୁ କିଛି ଦୂରରେ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋପାଇଲ ରଖାଯାଇ ଥାଏ ଏବଂ ଏହା ସହିତ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଗାଲଭନୋମିଟର ସଂଯୁକ୍ତ କରଯାଇ ଥାଏ । ପ୍ରଥମେ

ବାକ୍ସଟିକୁ ଘୁରଇ ଦିଆଯାଇ ତାହାର ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ବିଶିଷ୍ଟ କାନ୍ଥଟିକୁ ଥର୍ମୋପାଇଲର ସମ୍ମୁଖୀନ କରାଯାଏ । ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ଥର୍ମୋପାଇଲ ଏହି ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶଠାରୁ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ଏବଂ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଗାଲଭେନୋମିଟରଟି ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଭିତରେ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରଭାବିତ ହେଉଥିବାର ଦର୍ଶାଇ ପାରୁଛି । ତତ୍ପରେ ବାକ୍ସଟିକୁ ଘୂରଇ ଦିଆଯାଇ ତାର ବନ୍ଧୁର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ବିଶିଷ୍ଟ କାନ୍ଥଟିକୁ ଥର୍ମୋପାଇଲର ସମ୍ମୁଖୀନ କରାଯାଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଗାଲ୍ଭେନୋମିଟରଟି ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ତତ୍ପରେ ଧଳା ରଙ୍ଗ ବୋଳା କାନ୍ଥଟିକୁ ଥର୍ମୋପାଇଲର ସମ୍ମୁଖୀନ କରାଯାଏ ଏବଂ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଏଥରକ ଗାଲ୍ଭେନୋମିଟରଟି ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଭିତରେ ଆହୁରି ଅଧିକ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବାର ଦର୍ଶାଇ ପାରୁଛି । ଶେଷକୁ ବାକସଟିକୁ ଘୂରଇ ଦିଆଯାଇ ତାର ଡିବି କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱଟିକୁ ଥର୍ମୋପାଇଲର ସମ୍ମୁଖୀନ କରି ଦିଆଯାଏ । ଏଥରକ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଗାଲ୍ଭନୋମିଟରଟି ଥର୍ମୋକପ୍ଲ ଭିତରେ ସର୍ବାଧିକ ପରିମାଣରବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବାର ଦର୍ଶାଇ ପାରୁଛି ।

ତେଣୁ, ଏହି ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଣାଗଲା ଯେ ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଗଲେ ମଧ୍ୟ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ ହେଉଛି । ଡ଼ିବି କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ସର୍ବାଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ ହୋଇ ଥିବାର ଜଣା ଯାଇଛି, ଯଦି ଏହି ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶରୁ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପକୁ 100% ବୋଲି ଧରାଯାଏ । ତାହାହେଲେ ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠ, ବନ୍ଧୁର ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଓ ଶୁଭ୍ର ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପ ଯଥାକ୍ରମେ ପ୍ରାୟ 48%, 79% ଓ 87% ହେଉଛି ।

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶର ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା

(Absorbing power or absorptive power of a surface):

ଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ତାପ ସେହି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଉକ୍ତ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶ ଉପରେ ଆପତିତ ହୋଇଥିବା ତାପ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତକୁ ଦତ୍ତ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶର ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା କହନ୍ତି ।

ଡିବି କଳା ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଆପତିତ ହେଉଥିବା ସମସ୍ତ ତାପକୁ ଶୋଷଣ କରି ନିଏ ବୋଲି ଆମେ ଧରି ନେଉ । ଏହି ଘଟଣାଟିକୁ ଭିତ୍ତି କରି କୌଣସି ଏକ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶର ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା (absorbing power)ର ସଂଜ୍ଞା ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭବେ ଲେଖାଯାଇ ପାରେ ।

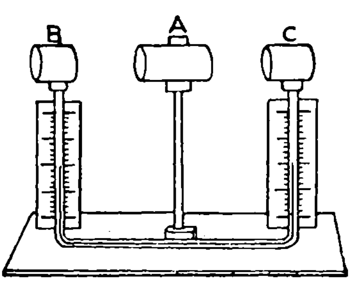
ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠଦେଶଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ତାପ ଓ ଏକାପରି ଅବସ୍ଥାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହୋଇଥିବା ଆଉ ଗୋଟିଏ ଡିବି କଳା ହୋଇଥିବା ସମକ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହେଉଥିବା ତାପମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତକୁ ଦତ୍ତ ପୃଷ୍ଠଦେଶର ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା କହନ୍ତି ।

ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତା ସଦୃଶ ବିଭିନ୍ନ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶ ଗୁଡ଼ିକର ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତାର ପରିମାଣ ମଧ୍ୟ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇ ଥାଏ । ଗୁଣାତ୍ମକ ଭାବରେ ଏତଦ୍ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ଜ୍ଞାନ ହାସଲ କରିବା ପାଇଁ ଏକ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇ ପାରେ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ଦୁଇଟି ଥର୍ମୋମିଟର ନିଆଯାଉ । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋମିଟର ଥଳୀ ଉପରେ ଡିବି କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ଆବଶ୍ୟକ ଓ ଅନ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀ ଉପରେ ରୌପ୍ୟ ଆବରଣ ବୋଳା ହୋଇଥିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଦୁଇଟିଯାକ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତପ୍ତ ପଦାର୍ଥଠାରୁ ସମାନ ସମାନ ଦୂରତାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପାଇଁ ରଖି ଦିଆଯାଉ । ଏପରି କରାଯିବାର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ହେଉଛି ଯେ ଉଭୟ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀ ଦୁଇଟି ଉପରେ ଆପତିତ ହେଉଥିବା ଉତ୍ତପ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଠାରୁ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପର ପରିମାଣ ସମାନ ସମାନ ହେବ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପରେ ଉଭୟ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ରୁପା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟରର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ ଅଧିକ ହେଉଛି । ତେଣୁ ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଯେ ସମ ଅବସ୍ଥାରେ ଡିବି କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ପୃଷ୍ଠଦେଶଟି ରୁପାବୋଳା ପୃଷ୍ଠ ଦେଶଠାରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ଶୋଷଣ କରି ଥାଏ ।

ରିଚ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Ritchies experiment) :

ଏହି ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଜଣାଯାଏ ଯେ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ବିକିରକ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ଅବଶୋଷକ ତୁଲ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିଥାଏ । ରିଚିଙ୍କ ବ୍ୟବହୃତ ଉପକରଣର ଗୋଟିଏ ନମୁନା ଚିତ୍ର 252 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।



ଚିତ୍ର (252)

ଏଠାରେ B ଓ C ହେଉଛନ୍ତି ଦୁଇଟି ଧାତବ ପାତ୍ର । ଏହି ପାତ୍ର ଦୁଇଟିକୁ ଗୋଟିଏ ବଙ୍କା କାଚନଳୀ ଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପର ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଇଛି । ଏହି ବଙ୍କା କାଚନଳ C ରେ କିଛି ପରିମାଣର ରଙ୍ଗିନ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ନିଆଯାଇଛି । B ଓ C ପାତ୍ର ଦୁଇଟିରେ କେବଳ ବାୟୁ ପୂରି ରହିଛି । A ହେଉଛି ଆଉ ଗୋଟିଏ ଫମ୍ପା ଧାତବ ପାତ୍ର । ଏହାକୁ B ଓ C ମଝିରେ ରଖାଯାଇଛି । B ପାତ୍ରଟିର ଯେଉଁ ପାର୍ଶ୍ୱଟି A ପାତ୍ର ଆଡକୁ ରହିଛି ତାହାକୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ମସୃଣ କରି ଦିଆଯାଇଛି । ପୁନଶ୍ଚ A ପାତ୍ରର ଯେଉଁ ପାର୍ଶ୍ୱଟି B ଆଡକୁ ରହିଛି, ତାହାକୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ମସୃଣ କରି ଦିଆଯାଇଛି ଏବଂ ସେହି A ପାତ୍ରର ଯେଉ ପାର୍ଶ୍ୱଟି C ପାତ୍ର ଆଡ଼କୁ ରହିଛି, ତହିଁରେ ଡିବି କଳା ବୋଳି ଦିଆଯାଇଛି । ଏପରି ଭାବରେ A ପାତ୍ରଟିର ଉଭୟ ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱ ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିକ ଉପରେ ଡିବି କଳା ବୋଳା ଯାଇଛି ଓ ଅନ୍ୟଟିକୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ମସୃଣ କରି ଦିଆ ଯାଇଛି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ B ଓ C ପାତ୍ରଦ୍ୱୟର ମଝିରେ ଥିବା A ପାତ୍ରଟି ଭିତରେ ଫୁଟନ୍ତା ଜଳ ପୂରାଇ ଦେବାରୁ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ବଙ୍କାନଳୀଟିର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱ ନଳୀରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପତନ ପୂର୍ବବତ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି । ଏପରି କାହିଁକି ଘଟୁଛି, ତା'ର କାରଣ ନିମ୍ନରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ହେଲା ।

A ପାତ୍ରର କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ ହେଉଛି । ମାତ୍ର ଏହି ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପର ଅଳ୍ପାଂଶ C ପାତ୍ରର ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହେଉଛି । ଅଥଚ, A ପାତ୍ରର ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ B ପାତ୍ରର ଡିବି କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱ ଦେଶଟି ସମସ୍ତ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପକୁ ଶୋଷଣ କରି ନେଉଛି । ତେଣୁ, A ପାତ୍ରର କଳା ପୃଷ୍ଠ ଦେଶର ଅଧିକ ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତାକୁ C ପାତ୍ରର ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠଦେଶର ଅଳ୍ପ ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା ସମତୁଲ କରି ଦେଉଛି ଏବଂ A ପାତ୍ରର ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠଦେଶର ଅଳ୍ପ ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତାକୁ B ପାତ୍ରର କଳା ପୃଷ୍ଠଦେଶର ଅଧିକ ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା ସମତୁଲ କରି ଦେଉଛି । ତେଣୁ ବଙ୍କାନଳୀ ଭିତରେ ଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପତନ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି ।

ଏ ଭବେ ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ବିକିରକ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ଶୋଷକ ତୁଲ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ମନ୍ଦ ବିକିରକ ଗୋଟିଏ ମନ୍ଦ ଶୋଷକ ତୁଲ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

37.11 ତାପର ଶୋଷଣ, ବିକିରଣ ଓ ପ୍ରତିଫଳନ ସଂପର୍କୀୟ କେତେକ ଜ୍ଞାତବ୍ୟ ତଥ୍ୟ :

(1) ଦୁଇଟି ଥର୍ମୋମିଟର ନିଆଯାଉ । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିକର ଥଳୀ ଉପରେ ଡିବି କଳା ବୋଳି ଦିଆଯାଉ । ଦୁଇଟିଯାକ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଖୋଲାରେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ମାପିବା ପାଇଁ ରଖି ଦିଆଯାଉ । ମନେକର ଏପରି ରଖାଯାଉଥିବା ସମୟରେ (କ)ଦିନବେଳା ଖରା ପାଗ ହେଉଛି (ଖ) ରାତି ବେଳା ପାଗ ଶୁଖିଲା ରହିଛି ଓ ଆକାଶ ମେଘମୁକ୍ତ ହୋଇଛି ଏବଂ (ଗ) ରାତି ବେଳା ପାଗ ଆର୍ଦ୍ର ରହିଛି ଓ ମେଘୁଆ ହୋଇଛି । ପରୀକ୍ଷା କରି ତାପମାତ୍ରା ପରିମାଣ ଉଭୟ ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଗଲେ ଆମେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଫଳପାଇ ପାରିବା ।

(କ) ଖରାପାଗ ହେଉଥିବା ସମୟରେ କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ଥଳୀ ଅଧିକ ପରିମାଣର ସୌରଗତ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ ସଂଗ୍ରହ କରି ନେବ । ତେଣୁ ତା'ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଥିବା ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ଅନ୍ୟଟିଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ ।

(ଖ) ଆମେ ଆଗରୁ ଜାଣିଛୁ ଯେ କଳାରଙ୍ଗବିଶିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ପାଗ ଶୁଷ୍କ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଓ ଆକାଶ ନିର୍ମଳ ଥିବା ସମୟରେ ରାତ୍ରିକାଳରେ କଳା ବୋଳାହୋଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀଟି ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀଠାରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ କରି ଦେବ । ଏଥିଯୋଗୁଁ ତା' ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଥିବା ତାପମାତ୍ରା ଅନ୍ୟ ଠାରୁ କମ ହେବ ।

(ଗ) ପାଗ ଆର୍ଦ୍ର ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ବା ଭୂପୃଷ୍ଠସ୍ଥ କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ନିଜଠାରୁ ତାପ ବିକିରଣ କରି ପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ କଳାବୋଳା ହୋଇଥିବା ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀଟି ଅନ୍ୟ ଥର୍ମୋମିଟରର ଥଳୀଠାରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ଶୋଷଣ କରିନିଏ । ଏଥିପାଇଁ ତା'ଦ୍ୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ଅନ୍ୟଟି ଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ ।

(2) ଗ୍ରୀଷ୍ମ ଋତୁରେ ଆମେ ରଙ୍ଗିନ ପଦାର୍ଥ ଅପେକ୍ଷା ଧଳା ରଙ୍ଗର ବସ୍ତ୍ର ପରିଧାନ କରିବାକୁ ଅଧିକ ପସନ୍ଦ କରୁ । କିନ୍ତୁ ଶୀତଋତୁରେ ଧଳା ବସ୍ତ୍ର ଅପେକ୍ଷା ରଙ୍ଗିନ ବସ୍ତ୍ର ପରିଧାନ କରିବାକୁ ଅଧିକ ଚାହୁଁ । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ, ଧଳା ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣ ତାପ ଶୋଷଣ କରେ ଏବଂ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ପ୍ରତିଫଳିତ କରିଥାଏ । ତେଣୁ, ଗ୍ରୀଷ୍ମକାଳରେ ଧଳା ପୋଷାକ ପିନ୍ଧିଲେ ତାହା ପଦାର୍ଥ ବେଶୀ ତାପ ଶୋଷଣ କରେ ନାହିଁ ଏବଂ ଆପତିତ ତାପର ଅଧିକ ଭାଗ ତା'ର ବାହାରପୃଷ୍ଠ ଦେଶରୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇଯାଏ ।

ରଙ୍ଗିନ ବସ୍ତ୍ର ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ଶୋଷଣ କରିଥାଏ ଏବଂ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ଆପତିତ ତାପର ପ୍ରତିଫଳନ ଘଟାଇ ଥାଏ । ତେଣୁ ଏପରି ବସ୍ତ୍ର ଶୀତ ଋତୁରେ ଆମର ଶରୀରକୁ ଉଷୁମ ରଖେ ।

(3) ରେଷେଇ କରାଯାଉଥିବା ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠଦେଶ କଳା ଓ ବନ୍ଧୁର ହୋଇଥିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏତଦ୍ୱାରା ଏହା ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ଶୋଷଣ କରି ପାରେ ଓ ଅତିଶୀଘ୍ର ତାତି ଯାଏ । ଯଦି ରେଷେଇ ଉପକରଣର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶଟି ମସୃଣ ହୋଇଥିବ, ତାହାଲେ ତାହା ସମ୍ୟକ ଭାବରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯିବା ପାଇଁ ଅଧିକ ସମୟ ନେଇ ଥାଏ ।

ପ୍ରେଭୋଙ୍କ ତାପ ବିନିମୟ ତତ୍ତ୍ୱ (Prevost's theory exchanges) :

ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥ ନିଜଠାରୁ ବିକିରିତ କରୁଥିବା ତାପର ପରିମାଣ, ତା'ର ତାପମାତ୍ରା ଓ ପୃଷ୍ଠଦେଶର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ତାପମାତ୍ରାର ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲେ ବିକିରଣର ମାତ୍ରା ଅଧିକ ହୋଇଯାଏ । ପ୍ରେଭୋ ନାମକ ସ୍ୱନାମଧନ୍ୟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ନିମ୍ନଲିଖିତ ତାପ ବିନିମୟ ଉପପାଦ୍ୟ ଜରିଆରେ ଜଣାଇ ଦେଇଥିଲେ ଯେ ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥ ସେମାନଙ୍କର ବାହ୍ୟ ପରିବେଶଠାରୁ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଭାବରେ ତାପ ପାଇ ଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଭାବରେ ସେମାନଙ୍କର ବାହ୍ୟ ପରିବେଶ ଆଡ଼କୁ ତାପ ବିକିରଣ କରି ଥାଆନ୍ତି ।

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିଥିବା ସମୟରେ ତାହା ଯେତିକି ହାରରେ ନିଜଠାରୁ ତାପ ବିକିରଣ କରିଥାଏ ସେହି ହାରରେ ବାହ୍ୟ ପରିବେଶରୁ ତାପ ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପଟାକୁ ଖରାରେ ରଖିଦେଲେ ତାହା ପ୍ରଥମେ ତାପ ଶୋଷଣ କରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇ ଥାଏ । କିଛି ସମୟ ପରେ ଯେତେବେଳେ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିଯାଏ, ସେତେବେଳେ ଏହା ଯେଉଁ ହାରରେ ତାପ ଶୋଷଣ କରେ ସେହି ହାରରେ ନିଜଠାରୁ ତାପ ବିକିରଣ କରି ଦିଏ ।

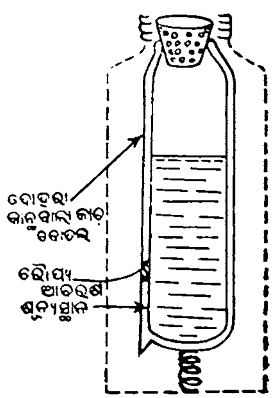
ଆମ ହାତକୁ ଆମେ ଗୋଟିଏ ବରଫ ଖଣ୍ଡ ନିକଟରେ ଦେଖାଇଲେ ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି ନିଜଠାକୁ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ତାପ ବିକିରିତ କରିଥାଏ, ତେଣୁ ଏହା ଅଧିକ **ଥଣ୍ଡା** ହୋଇଥିବା ପରି ଜଣା ପଡ଼େ । ଏଥିପାଇଁ ଅନେକ କହିଥାନ୍ତି ଯେ ଉତ୍ତପ୍ତ ପଦାର୍ଥଟି ତାପ ବିକିରଣ କରୁଥିବା ପରି ବରଫ ଖଣ୍ଡ "ଶୀତଳତା" ବିକିରଣ କରିଥାଏ ।

ଥର୍ମୋଫ୍ଲାସ୍କ (Thermos flask) :

ଥର୍ମୋଫ୍ଲାସ୍କ୍ ସହିତ ଆମେ ସମସ୍ତେ ପରିଚିତ । ଏହାକୁ କେହି କେହି ଦେଓ୍ୟାରଙ୍କ ଫ୍ଲାସ୍କ୍ (Dewar's flask) ନାମରେ ଅଭିହିତ କରି ଥାଆନ୍ତି । ଏଥିରେ ଗରମ ଚା, କଫି ବା ଦୁଗ୍ଧ ରଖିଲେ, ତାହା ସହଜରେ ଥଣ୍ଡା ହୁଏ ନାହିଁ । ସେହିପରି ବରଫ ଭଳି ଥଣ୍ଡା ବସ୍ତୁକୁ ମଧ୍ୟ ଏଥିରେ ରଖିଲେ ତାହା ଶୀଘ୍ର ଗରମ ହୋଇ ତରଳି ଯାଏ ନାହିଁ । ଫ୍ଲାସ୍କଟି ଏପରି ତିଆରି ହୋଇଥାଏ ଯେ, ତା' ଭିତରେ ପଦାର୍ଥ ରଖିଲେ ସେଥିରୁ ତାପ ସହଜରେ କ୍ଷୟ ହୁଏ ନାହିଁ କିମ୍ବା ବାହାରର ତାପ ତା' ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରି ପାରେ ନାହିଁ ।

ଥର୍ମୋଫ୍ଲାସ୍କ୍ ଦେଖିବାକୁ ଗୋଟିଏ ବୋତଲ ଭଳି ହୋଇଥାଏ । ଏହା ଦୁଇସ୍ତର ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଚ ବୋତଲ । ଏହାର ଦୁଇସ୍ତର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱ ନିର୍ମଳ ଓ ଚକ୍ ଚକ୍ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ ତାହା ଉପରେ ପାରଦ କିମ୍ବା ରୁପାର ଆବରଣ ବୋଳା ଯାଇଥାଏ । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ଏହାର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନ ବାୟୁଶୂନ୍ୟ ହୋଇ ରହିଥାଏ । ଫ୍ଲାସ୍କର ନିମ୍ନାଂଶ ବାଟେ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସିତ ହୋଇଥିବାରୁ ସେଥିରେ ଗୋଟିଏ ସୂକ୍ଷ୍ମାଂଶ ଥାଏ । ଏହି ସୂକ୍ଷ୍ମାଂଶକୁ ଆଘାତରୁ ରକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ଫ୍ଲାସ୍କଟିକୁ ଗୋଟିଏ ସ୍ପ୍ରିଂ ଉପରେ ରଖାଯାଇ ଥାଏ ଏବଂ ସମସ୍ତ ଫ୍ଲାସ୍କଟି ଗୋଟିଏ ଟିଣ ବେଷ୍ଟନୀ ମଧ୍ୟରେ ସୁରକ୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ । ବୋତଲର ମୁହଁରେ ଗୋଟିଏ କୁପରିବାହୀ କର୍କ୍ ବା ଠିପି ଦିଆଯାଇ ଥାଏ । ଫ୍ଲାସ୍କ୍ ଓ ଟିଣ ଖୋଳ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନରେ କର୍କ ଦିଆଯାଇଥିବାରୁ ତାହା ହଲଚଲ ହୁଏ ନାହିଁ । ଫ୍ଲାସ୍କର ମୁହଁରେ ଗୋଟିଏ ଧାତବ, ସେଲୁଲଇଡ୍ କିମ୍ବା ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ କପ୍ ବା ଖୋଡ଼ଣି ଥାଏ । (ଚିତ୍ର 253ରେ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋଫ୍ଲାସ୍କର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶକୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଯେଉଁ ତିନୋଟି ପ୍ରଣାଳୀ, ଯଥା-ପରିବହନ, ପରିଚଳନ ଓ ବିକିରଣ ଦ୍ୱାରା, ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ତାପ ସଞ୍ଚରିତ ହୁଏ, ତାହା ନ ଘଟିବା ପାଇଁ ଥର୍ମୋଫ୍ଲାସ୍କରେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଆନୁଷଙ୍ଗିକ ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଛି । ଫ୍ଲାସ୍କ ମୁଖର ଠିପି, ବେଷ୍ଟନୀ ଓ ବୋତଲ ମଧ୍ୟସ୍ଥ କର୍କ୍ ଏବଂ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ବାୟୁ ଏବଂ କାଚ ନିର୍ମିତ ଫ୍ଲାସ୍କ ଏ ସମସ୍ତ କୁପରିବାହୀ । ତେଣୁ ପରିବହନ ପ୍ରଣାଳୀ ଯୋଗୁଁ ବୋତଲ ମଧ୍ୟରୁ ପଦାର୍ଥକୁ ତାପ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇ ପାରେ ନାହିଁ । ବୋତଲର ଦୁଇ ସ୍ତର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଅଂଶ ବାୟୁ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇ ଥିବାରୁ ପରିଚଳନ ଦ୍ୱାରା ତାପ କ୍ଷୟ ଘଟେ ନାହିଁ । ବିକିରଣ ଦ୍ୱାରା ତାପ ପଦାର୍ଥକୁ ସଂଚରିତ ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ମଧ୍ୟ ନ ଥାଏ । କାରଣ ଦୁଇସ୍ତର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନ, ନିର୍ମଳ ମସୃଣ ଓ ଚକ୍ ଚକ୍ ହୋଇଥିବାରୁ, ଏଥିରେ ତାପଶକ୍ତି ବାଧା ପାଏ ଏବଂ ତାପ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ପୁଣି ଫ୍ଲାସ୍କ୍ ଭିତରକୁ ଫେରି ଆସେ । ତଥାପି ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନରେ ମଧ୍ୟ ତାପ ବିକିରଣ ଘଟୁଥିବାରୁ ଏଥିରେ ବିକିରଣ ଯୋଗୁ



(ଚିତ୍ର 253)

ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ତାପ କ୍ଷୟ ଘଟିଥାଏ । ଏହି କାରଣଗୁଡ଼ିକ ଯୋଗୁଁ ଏଥିରେ ଠିପି ବନ୍ଦ

କରି ଗରମ ଗ୍ଲ, କଫି ବା ଦଗ୍ଧ ରଖିଲେ ତାହା ଗରମ ଅବସ୍ଥାରେ ଅନେକ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହିଯାଏ ।

37.12 କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ତାପ ବିକିରଣ (Black body radiation) :

ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ନିଜ ଉପରେ ଆପତିତ ହେଉଥିବା ବିଭିନ୍ନ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପର ସମୁଦାୟ ଅଂଶକୁ ଶୋଷଣ କରି ନିଏ ଏବଂ ନିଜ ଠାରୁ ବିଭିନ୍ନ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ବିକିରଣ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ କହନ୍ତି । ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଏପରି ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ପାଇବା ଅସମ୍ଭବ ମନେ ହୁଏ । ମାତ୍ର ଡିବି କଳା ବୋଲା ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ପ୍ରାୟ ଗୋଟିଏ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ସଦୃଶ ତାପ ଶୋଷଣ କରିଥାଏ ଓ ନିଜଠାରୁ ତାପ ବିକିରଣ କରିଥାଏ ।

ଷ୍ଟିଫାନ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ (Stefan's Law) :

ଗୋଟିଏ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ଏକ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରୁ ଏକ ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ମୋଟ ତାପ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ସେହି ବସ୍ତୁର ପରମ ତାପମାତ୍ରାର ଚତୁର୍ଥ ଘାତ (Fourth power) ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

ମନେକର ଗୋଟିଏ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ଏକ ଏକକ ପୃଷ୍ଠଦେଶରୁ ଏକ ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ହେଉଛି E ଏବଂ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ବସ୍ତୁଟିର ପରମ ତାପମାତ୍ରା ହେଉଛି T । ତେଣୁ ଷ୍ଟିଫାନ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$E \alpha T^4$

ବା $E = \delta T^4 \ldots\ldots (7)$

ଏଠାରେ δ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିରାଙ୍କ । ଏହାକୁ ଷ୍ଟିଫାନ୍‌ଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (Stefan's Constant) କୁହାଯାଏ ।

ନିଉଟନଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମ (Newton's Law of Cooling) :

ବାହ୍ୟ ପରିବେଶର ତାପମାତ୍ରା T_0 ହୋଇଥିବା ସମୟରେ T ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ବାହ୍ୟ ପରିବେଶ ଠାରୁ ତାପ ଶୋଷଣ କରିଥାଏ ଏବଂ ବାହ୍ୟ ପରିବେଶ ଆଡ଼କୁ ତାପ ବିକିରଣ କରିଥାଏ । ପ୍ରେଭୋଙ୍କ ତାପ ବିନିମୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁଯାୟୀ, କୌଣସି ଗୋଟିଏ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ ବିକିରଣ ଯୋଗୁଁ ନିଜଠାରୁ ହରାଉଥିବା ମୋଟ ତାପର ହାର, ତାହା ବାହ୍ୟ ପରିବେଶ ଠାରୁ ଶୋଷଣ କରୁଥିବା ତାପର ହାର ଓ ବାହ୍ୟ ପରିବେଶକୁ ବିକିରିତ କରୁଥିବା ତାପର ହାର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ । ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ ଏହି ଘଟଣାଟିକୁ ଆମେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବେ ପ୍ରକାଶ କରି ପାରିବା ।

$E = \delta (T^4 - T_0^4) \ldots\ldots (8)$

ମାତ୍ର ଯଦି ବାହ୍ୟ ପରିବେଶର ତାପମାତ୍ରା ଓ ଦତ୍ତ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ଯଦି $(T - T_0)$ର ମୂଲ୍ୟ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ବିକିରଣ ଯୋଗୁଁ ତାପ ଶକ୍ତି ହରାଇବା ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁଟିର ଶୀତଳନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ତାହା ହରାଉଥିବା ତାପର ହାର ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ । ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ ଏହି ଘଟଣାଟିକୁ ପରପୃଷ୍ଠା ଲିଖିତ ଭାବେ ପ୍ରକାଶ କରି ପାରିବା ।

$E \alpha (T—T_0)......(9)$

ଏହାକୁହିଁ **ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମ** କହନ୍ତି । ଏହି ନିୟମକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବେ ଲେଖାଯାଇପାରେ ।

ଯଦି ବାହ୍ୟ ପରିବେଶର ତାପମାତ୍ରା ଓ ଦତ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ବସ୍ତୁର ଶୀତଳନର ହାର ଉଭୟ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୁଏ ।

37.13 ଶୀତଳୀକରଣ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ନିଉଟନଙ୍କ ଶୀତଳୀକରଣ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୁଏ ।

ପ୍ରୟୋଗ ବିଧି :

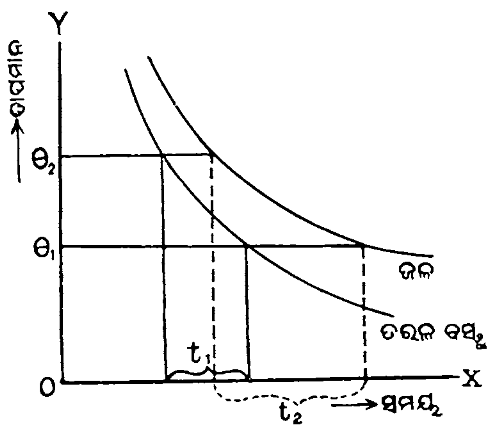
ପ୍ରଥମେ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟିକୁ ଗୋଟିଏ ବିକର୍‌ରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ଦିଆଯାଏ । ଏହାର ତାପ ପରିମାଣ ପ୍ରାୟ 70° ହୋଇଯିବା ପରେ ଏହାକୁ ଶୁଷ୍କ ଓ ପରିଷ୍କାର କାଲୋରୀ ମିଟର ଭିତରେ ଢାଳି ଦିଆଯାଏ । କାଲୋରୀ ମିଟର ପ୍ରାୟ $\frac{1}{2}$ ଅଂଶକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ କାଲୋରୀ ମିଟରଟିକୁ ତାପ କୁପରିବାହୀ ସ୍ଥାନ ଉପରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ଏହା ପରେ ମନ୍ଥକ ସାହାଯ୍ୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ଭଲ ଭାବରେ ମନ୍ଥନ କରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ସମୟାନୁକ୍ରମେ ଏହାର ଉଷ୍ଣତାରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ପରିମାଣକୁ ଟିପି ରଖା ଯାଏ । ଏତଦ୍ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ବିରାମ ଘଡି (Stop Watch)ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ପ୍ରତି $\frac{1}{2}$ ମିନିଟ ବ୍ୟବଧାନରେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ ଟିପି ରଖାଯାଏ । ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରାୟ 10° ବା 15° ହ୍ରାସ ଘଟିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହ୍ରାସର ପରିମାଣକୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଭାବେ ଟିପି ରଖାଯାଏ ।

ତତ୍‌ପରେ କାଲୋରୀମିଟରର ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ କାଢ଼ି ନିଆଯାଏ ଓ ତାହାକୁ ଭଲ ଭାବରେ ଜଳ ଦ୍ୱାରା ପରିଷ୍କାର କରି ଦିଆଯାଏ । ଇତ୍ୟବସରେ ଗୋଟିଏ ବିକର୍‌ରେ କିଛି ପରିମାଣର ଜଳ ନେଇ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଯାଏ ଏବଂ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ପ୍ରାୟ ୫0° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଏହା ଉକ୍ତ କାଲୋରୀମିଟରରେ ଢାଳି ଦିଆଯାଏ । କାଲୋରୀମିଟରରେ ଆଗରୁ ଚିହ୍ନ ରଖାଯାଇ ଥାଏ । ତେଣୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ସେଥିରେ ନିଆଯାଉଥିବା ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ଆୟତନ ପୂର୍ବରୁ ନିଆଯାଇଥିବା ଉତ୍ତପ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ସହ ସମାନ ରଖାଯାଏ । ଉଲ୍ଲିଖିତ ଭାବେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ଶୀତଳନ ଘଟାଇ ପ୍ରତି $\frac{1}{2}$ ମିନିଟ୍ ବା 1 ମିନିଟ୍ ବ୍ୟବଧାନରେ ତାପମାତ୍ରା ଟିପି ନିଆଯାଏ ।

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ଉଭୟ ଜଳ ଓ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ଏକା ଭଳି ବାହ୍ୟ ପରିବେଶର ଉପସ୍ଥିତିରେ ଥଣ୍ଡା କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହେଉଛୁ । ତତ୍‌ପରେ ସମୟ ଓ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଦତ୍ତ ତରଳ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ଓ ଜଳ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ କାଗଜ ଉପରେ ସମାନ ସମାନ ସ୍କେଲ୍ ବା ମାନ ନିଆଯାଇ ଦୁଇଟି ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ

କରଯାଏ । ଏପରି ଭବରେ ଅଙ୍କିତ ହୋଇଥିବା ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ **ଶୀତଳୀକରଣ ଗ୍ରାଫ୍** (Cooling Curve) କହନ୍ତି । 254 ଚିତ୍ରରେ ଏପରି ଭବରେ ଅଙ୍କିତ ହେଉଥିବା ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାଫ୍ ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ଗ୍ରହି ଆମେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାର ହ୍ରାସ ଘଟିବା ପାଇଁ ଜଳ କେତେ ସମୟ ନେଉଛି ଓ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି କେତେ ସମୟ ନେଉଛି, ତାହା ସଠିକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରୁ । ଅର୍ଥାତ୍ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ପରିମାଣ $(\theta_1-\theta_2)$ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ଜଳ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯିବା ପାଇଁ ନେଉଥିବା ସମୟର ପରିମାଣ ଓ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯିବା ପାଇଁ ନେଉଥିବା ସମୟ ପରିମାଣ ଗ୍ରାଫରୁ ଆମେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରୁ ।

ମନେକର ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦର୍ଥର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ$=S$, କାଲୋରୀମିଟରରେ ନିଆଯାଇ ଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=m_1$ ଗ୍ରାମ, କାଲୋରୀ ମିଟରରେ ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=m_2$ ଗ୍ରାମ୍ ଓ କାଲୋରୀମିଟରର ଜଳତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $=W$ ଗ୍ରାମ୍ । ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ପରିମାଣ $(\theta_1-\theta_2)$ ହୋଇଯିବା ପାଇଁ ଜଳ ନେଉଥିବା ସମୟ$=t_1$ ସେକେଣ୍ଡ (ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଛି) । ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ପରିମାଣ$(\theta_1-\theta_2)$ ହୋଇଯିବା ପାଇଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ନେଉଥିବା ସମୟ$=t_2$ ସେକେଣ୍ଡ (ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଛି) । $\therefore t_1$ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ହରାଉଥିବା ତାପ$=m_2 S(\theta_1-\theta_2)$ କାଲୋରୀ । t_1 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ



(ଚିତ୍ର 254)

କାଲୋରୀମିଟର ହରାଉଥିବା ତାପ$=W(\theta_1-\theta_2)$ କାଲୋରୀ ।

$\therefore$ t_1 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ତାପରେ ମୋଟ ହ୍ରାସ$=(m_2S+W)(\theta_1-\theta_2)$ କାଲୋରୀ ।

$\therefore$ ତରଳ ବସ୍ତୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାପରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ହାର

$$=\frac{(m_2S+W)(\theta_1-\theta_2)}{t_1}$$

ସେହିପରି, ହିସାବ ଦ୍ୱାରା ଜାଣିପାରୁ ଯେ ଜଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାପରେ ଘଟିଥିବା ହ୍ରାସର ହାର$=\dfrac{(m_1+W)(\theta_1-\theta_2)}{t_2}$

ମାତ୍ର ଆମେ ଆଗରୁ ଜାଣିଛୁ ଯେ ଜଳ ଓ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଉଭୟଙ୍କର ଏକା ପ୍ରକାର ବାହ୍ୟ ପରିବେଶର ଉପସ୍ଥିତିରେ ଶୀତଳନ ଘଟିଛି । ତେଣୁ , ନିଉଟନଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ଉଭୟଙ୍କର ଶୀତଳନ ହାର ସମାନ ହୋଇଛି ।

$$\therefore \frac{(m_2S+W)(\theta_1-\theta_2)}{t_1} = \frac{(m_1+W)(\theta_1-\theta_2)}{t_2}$$

ବା $m_2S+W=(m_1+W)\frac{t_1}{t_2}$

ବା $m_2S=(m_1+W)\frac{t_1}{t_2}-W$

ବା $S=\frac{(m_1+W)t_1}{m_2t_2}-\frac{W}{m_2}$ .... (10)

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ସମସ୍ତ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ଆମକୁ ଜଣା ଥିବାରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ Sର ମୂଲ୍ୟ ଅନୟାସରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ହେବ ।

37.14 ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ : (1) ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ନିଉଟନଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମାନୁଯାୟୀ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ବସ୍ତୁର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କରି ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଗ୍ରହ କରଗଲା ।

କାଲୋରୀମିଟରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=45 ଗ୍ରାମ୍, କାଲୋରୀମିଟରଟି ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ=0·1, ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=125 ଗ୍ରାମ୍, ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=95 ଗ୍ରାମ, ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 60°Cରୁ 55°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯିବା ପାଇଁ 410 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ଲଗୁଛି ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା 60°Cରୁ 55°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିବା ପାଇଁ 195 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ଲଗୁଛି ।

ମନେକର, ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ=S । ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି 195 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ହରାଉଥିବା ତାପ$=95\times S\times(60-55)$ କାଲୋରୀ । କାଲୋରୀମିଟର 195 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ହରାଉଥିବା ତାପ$=45\times 0{\cdot}1\times(60-55)$ କାଲୋରୀ

∴ ତରଳ ପଦାର୍ଥ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାପରେ ଘଟୁଥିବା ମୋଟ ହ୍ରାସର ମୂଲ୍ୟ
$=(95\times S+45\times 0{\cdot}1)\times 5=(95S+4{\cdot}5)5$ କାଲୋରୀ

∴ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଶୀତଳନର ହାର

$$=\frac{(95S+4{\cdot}5)5}{1{\cdot}95}$$

ସେହିପରି ଜଳର ଶୀତଳନର ହାର

$$=\frac{(125+4{\cdot}5)5}{410}$$

$$\therefore \frac{(95S+4{\cdot}5)5}{195}=\frac{(125+4{\cdot}5)5}{410}$$

ବା, $\frac{195+4{\cdot}5}{195}=\frac{129{\cdot}5}{410}$

ବା, $410\times95\times S\times410\times4{\cdot}5=195\times129{\cdot}5$

ବା, $38950\times S=23407{\cdot}5$

ବା, $S=\frac{23407{\cdot}5}{38950}=0{\cdot}6$ (ପ୍ରାୟ)

∴ ଦତ୍ତ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$=0{\cdot}6$ (ପ୍ରାୟ)

(2) 10 ମିନିଟ୍ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା 50°ରୁ 40° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମି ଯାଉଛି । ଯଦି ବାହ୍ୟ ପରିବେଶର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 20°C ହୋଇଥାଏ, ତାହା ହେଲେ ଆଉ 5 ମିନିଟ୍ ପରେ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା କେତେ ହୋଇଯିବ ।

ମନେକର ଆଉ 5 ମିନିଟ୍ ପରେ ବସ୍ତୁଟିର ତାପମାତ୍ରା θ°C ହୋଇଯିବ ।

ପ୍ରଥମ 10 ମିନିଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା $=\frac{50+40}{2}=45°$

ବସ୍ତୁ ଓ ବାହ୍ୟ ପରିବେଶ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ତାପମାତ୍ରାରେ ହାରାହାରି ପ୍ରଭେଦ $=(45-20)=25°C$
ନିଉଟନଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ତାପ ହ୍ରାସର ହାର $\propto 25$
ଏଠାରେ 10 ମିନିଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ହ୍ରାସ ଘଟୁଥିବା ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ $=10°C$

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ହାର $=\frac{10}{10}=1°C$/ମିନିଟ୍

$\therefore 1 \propto 25$

ବା, $1=K\,25$; ଏଠାରେ K ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିରାଙ୍କ

$\therefore K=\frac{1}{25}$ ....(12)

ଆଉ 5 ମିନିଟ୍ ପରେ ହାରାହାରି ତାପମାତ୍ରା ହେବ $\frac{40+\theta°}{2}C$

∴ ବସ୍ତୁ ଓ ବାହ୍ୟ ପରିବେଶ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ତାପମାତ୍ରାରେ ହାରାହାରି ପ୍ରଭେଦ

$$=\frac{40+\theta}{2}-25=\frac{(\theta-10)°C}{2}$$

5 ମିନିଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ତାପମାତ୍ରାର ହ୍ରାସ $=(40-\theta)°C$

∴ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ହାର $=\left(\frac{40-\theta}{5}\right)C$

∴ ନିଉଟନଙ୍କ ନିୟମାନୁଯାୟୀ

$$\frac{40-\theta}{5} \propto \frac{\theta-10}{2}$$

ବା, $$\frac{40-\theta}{5}=K\,\frac{\theta-10}{2}$$

$$\frac{40-\theta}{5}=\frac{1}{25}\,\frac{\theta-10}{2}$$

[∵ (12) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ $K=\frac{1}{25}$]

ବା $40-\theta=\frac{\theta-10}{10}$

ବା, $400-10\theta=\theta-10$

$\therefore 11\theta=410$

ବା $\theta=37{\cdot}27°C$

∴ ଆଉ 5 ମିନିଟ୍ ପରେ ପଦାର୍ଥଟିର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ 37·27°C ହୋଇ ଯିବ ।

(3) 2 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରରେ 50 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ଓ ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଆଲକହଲ୍‌କୁ ଥର ଥର କରି ଥଣ୍ଡା କରଗଲ । ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣରେ 60°C ଠାରୁ 55°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହ୍ରାସ ଘଟିବା ପାଇଁ ଜଳ ଓ ଆଲକହଲ୍‌କୁ ଯଥାକ୍ରମେ 2 ମିନିଟ୍ ଓ 1 ମିନିଟ୍ ସମୟ ଲଗିଲା । ଆଲକହଲ୍‌ର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଆଲକହଲ୍‌ର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା=0·8]

ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=50 ଗ୍ରାମ୍ । ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଆଲକହଲ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ=50×0·8=40 ଗ୍ରାମ୍ । ଜଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ 2 ମିନିଟ୍ ବା 120 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସ

$=(W+50\times1)\ (60-55)$ କାଲୋରୀ

$=(2+50)\ (60-65)$ କାଲୋରୀ ।

∴ ଜଳକ୍ଷେତ୍ରରେ ତାପରେ ଘଟୁଥିବା ହ୍ରାସର ହାର $=\frac{(2+50)\ (60-65)}{120}$

ସେହିପରି ଆଲକହଲକ୍ଷେତ୍ରରେ ଘଟୁଥିବା ତାପ ହ୍ରାସର ହାର$=\frac{(2+40S)(60-55)}{60}$

ଏଠାରେ S ହେଉଛି ଆଲ୍‌କହଲ୍‌ର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ।

∴ ନିଉଟନ ଶୀତଳନ ନିୟମାନୁଯାୟୀ

$$\frac{(20-50)5}{120}=\frac{(2+40)\times5}{60}$$

ବା, $52=4+80S$

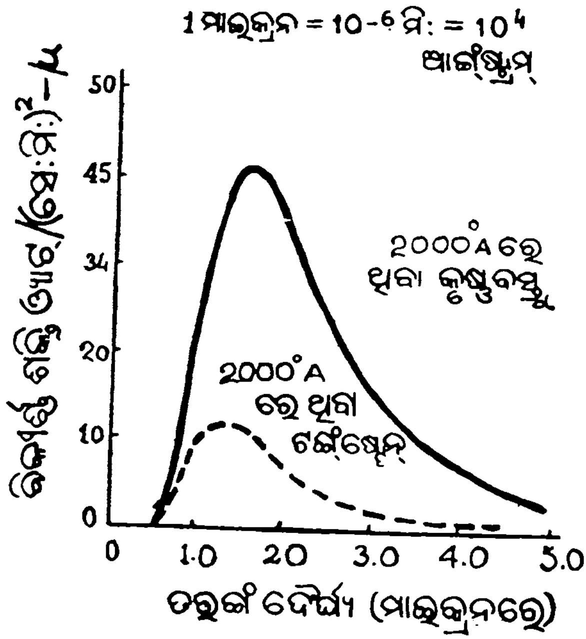
ବା, $S=\frac{52-4}{80}=0{\cdot}6$

∴ ଆଲ୍‌କହଲ୍‌ର ବିଶଷ୍ଟ ତାପ=0·6

37.15 ବକରଣ ସଂପର୍କୀୟ ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱ (Planck's Quantum Theory of Radiation) :

ଗୋଟିଏ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁ (Black Body)ର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ବିକିରଣକୁ ଗ୍ରେଟିଙ୍ଗ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରଯାଇ ପାରିବ ଏବଂ ବିକିରିତ ରଶ୍ମିର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀରେ

(Spectrum)ରେ ଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣକୁ ପରିଗ୍ରାୟକ ଯନ୍ତ୍ର ବା ସୂଚକ (Detector) ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଇ ପାରିବ । କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏପରି ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଗ୍ରହ କରିଛନ୍ତି ଏବଂ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଗ୍ରାଫ୍ (graph) ଅଙ୍କନ କରିଛନ୍ତି । ଏପରିଭାବରେ ଅଙ୍କିତ ହୋଇଥିବା ଗ୍ରାଫଗୁଡ଼ିକର ଆକୃତି ଚିତ୍ର 255 ସଦୃଶ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ଗ୍ରାଫ୍ ଦୁଇଟି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବିଷୟରେ ଆଲୋକପାତ କରେ । ପ୍ରଥମତଃ ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ଗ୍ରହି, ଏତଦ୍ୱାରା ଆବଦ୍ଧ ହୋଇଥିବା ଅଞ୍ଚଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରଫଳ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁଠାରୁ ବିକିରିତ



(ଚିତ୍ର 255)

ହେଉଥିବା ରଶ୍ମିର ମୋଟ ପାଓ୍ୱାର (total power)କୁ ସୂଚାଇ ଦିଏ । ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବା କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବା ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ରଶ୍ମିର ମୋଟ ପାଓ୍ୱାର କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାର ଚତୁର୍ଥ ଘାତ ପ୍ରତି ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ । (ଏହାକୁ ଷ୍ଟିଫାନ୍-ବୋଲ୍‌ଜମାନ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ବୋଲି ଆଗରୁ କୁହାଯାଇଛି ।) ଦ୍ୱିତୀୟତଃ, କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରିବା ଦ୍ୱାରା ସର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧିକ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ବା (maximum radiancy) ଉଚ୍ଚତର କମ୍ପନ ହାରଆଡ଼କୁ (high frequency) ବା ନିମ୍ନତର ତରଙ୍ଗ-ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଆଡ଼କୁ ଘୁଞ୍ଚିଥାଏ । ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ ଏହି ଘଟଣାକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ମାର୍ଗରେ ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ :

$$\lambda_{max} T = \text{ଏକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ} = 2892{\cdot}2 \ A^{\circ}$$

ଏହି ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ରଟିକୁ **ଭିନ୍‌ଙ୍କ ବସ୍ଥାପନ ନିୟମ** (Wien's displacement law) କୁହାଯାଏ ।

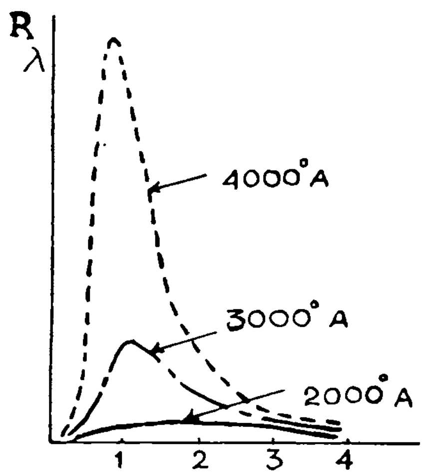
ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ତଥ୍ୟାବଳୀକୁ ହିସାବକୁ ନେଇ ଅଙ୍କନ କରଯାଉଥିବା ଗ୍ରାଫ୍‌ଗୁଡ଼ିକ (ଚିତ୍ର 256 ସଦୃଶ) ସଂପର୍କରେ ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣ ପ୍ରଦାନ କରିବା ପାଇଁ ଏବଂ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁ ବିକିରଣ (black body radiation) ସଂପର୍କରେ ଏକ ତତ୍ତ୍ୱ ଉଦ୍ଭାବନ କରିବା ପାଇଁ ପଦାର୍ଥ-ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ଗବେଷଣା ଚଳାଇଥିଲେ । ସର୍ବ ପ୍ରଥମେ 1896 ମସିହାରେ ଉଇଲ୍‌ହେଲ୍‌ମ୍ ଭିନ୍ ନାମକ ଜଣେ ବିଶିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ଗୋଟିଏ ଆନୁଭବିକ ସମୀକରଣ (empirical equation) ଦ୍ୱାରା କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ବିକିରଣ ସଂପର୍କୀୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିକୁ ବୁଝାଇଦେବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରିଥିଲେ । ଅଦ୍ୟାବଧି ତାପଦୀପ୍ତ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର (incandescent bodies) ତାପମାତ୍ରା ହିସାବ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ସମୀକରଣଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଉଛି ।

ଭିନ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତାବିତ ସମୀକରଣଟି ହେଉଛି,

$$R_\lambda = c_1\lambda^{-5} - e^{\frac{-c_2}{\lambda T}}$$

ଏହି ସମୀକରଣରେ C_1 ଓ C_2 ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଥିବା ଦୁଇଟି ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ସ୍ଥାନ ପାଇଛି । ଅଙ୍କନ କରଯାଇଥିବା ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ତଥ୍ୟାବଳୀ ସହିତ ଖାପ ଖୁଆଇବା ବେଳେ C_1 ଓ C_2ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରଯାଏ । ମାତ୍ର ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀ ଶେଷ ହୋଇ-ଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ବିକିରଣ ସଂପର୍କରେ ଗୋଟିଏ ସଠିକ ତଥା ସନ୍ତୋଷଜନକ ତତ୍ତ୍ୱ ଉଦ୍ଭାବନ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇ ନ ଥିଲେ ।

1901 ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ମାକ୍‌ସ୍ ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ନାମକ ଜନୈକ ଚିନ୍ତାନାୟକ ଏକ ଅଭିନବ ତତ୍ତ୍ୱ ଉଦ୍ଭାବନ କଲେ । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱଟି 'ପ୍ଲାଙ୍କଙ୍କ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱ' ନାମରେ ପ୍ରସିଦ୍ଧ । ବିକିରିତ ଶକ୍ତି ସଂପର୍କୀୟ ପୂର୍ବରୁ ପ୍ରଚଳିତ ହେଉଥିବା ଧାରଣାକୁ ଏହି ତତ୍ତ୍ୱଟି ତ୍ରୁଟି ସମ୍ବଳିତ ହୋଇଥିବାର ସୂଚାଇ ଦେଲା । ଏତଦ୍ଦ୍ୱାରା ବିକିରିତ ରଶ୍ମିର ଶକ୍ତି ବା ସାମର୍ଥ୍ୟ ସଂପର୍କରେ ଏକ ଯୁଗାନ୍ତକାରୀ ତଥା ଆମୂଳ ପରିବର୍ତ୍ତନବାଦୀ ଧାରଣା ପ୍ରଚଳିତ ହୋଇ ପାରିଲା କାରଣ, ମାକ୍‌ସ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍ଭାବିତ ହୋଇଥିବା କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ତଥ୍ୟାବଳୀକୁ ଭିତ୍ତିକରି ସନ୍ତୋଷଜନକ ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣ ପ୍ରଦାନ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହେଲା । ସେହି ଦିନଠାରୁ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ବିବିଧ ପର୍ଯ୍ୟାୟକୁ ସମୃଦ୍ଧ କରିବାରେ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱ-ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରି ଆସୁଛି ।



ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ (ମାଇକ୍ରନରେ)

କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁ ବିକିରଣର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ ବିତରଣ

(ଚିତ୍ର 256)

ପ୍ଲାଙ୍କ୍ 'କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱ' ଉଦ୍ଭାବନ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ଅନ୍ୟ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଗୋଟିଏ ମଡ଼େଲ୍ ବା ଛାଞ୍ଚ ସାହାଯ୍ୟରେ ପରମାଣୁର ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ ସବିଶେଷ ତଥ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦେଇଥିଲେ । ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରକଳ୍ପଗୁଡ଼ିକୁ ଆଶ୍ରୟ କରି ପ୍ଲାଙ୍କ୍ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱଟିକୁ ସଂସ୍ଥାପନ କରିପାରିଥିଲେ ।

କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁର ବା ବିକିରକର କାନ୍ଥଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷୁଦ୍ରାକୃତି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଦୋଳକମାନଙ୍କ (electric oscillators) ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଛି । (ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁ ଗୋଟିଏ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଦୋଳକ ସଦୃଶ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ

କରୁଥିବାର ସେ ବିଗ୍ଭରିଥିଲେ ।) ବିକିରଣ ବା ଶୋଷଣ ଘଟୁଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ଦୋଳକ (ବା ପରମାଣୁ) ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ଆକାରରେ ଶକ୍ତି ହରାଏ ଏବଂ ପରେ ଏହା ଗୋଟିଏ ତରଙ୍ଗକୁ ଶୋଷଣ କରୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ବା ତାପୀୟ ବିକ୍ଷୋଭ (thermal agitation) ଯୋଗୁଁ ନିଜର ଶକ୍ତି ପୁନର୍ଲାଭ କରିପାରେ । କିନ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ଦୋଳକ କେବଳ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଧାରଣ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଦୋଳକଟି ହଠାତ୍ ନିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଶକ୍ତିଧାରିତ ଅବସ୍ଥାରୁ ଆଉ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଳ୍ପ ଶକ୍ତିଧାରିତ ଅବସ୍ଥାକୁ ଗ୍ଭଲିଆସେ, ସେତେବେଳେ ବିକିରଣ ଯୋଗୁଁ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣରେ ଯେଉଁ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଘଟେ, ତାହାକୁ 'ଶକ୍ତିକ୍ୱାଣ୍ଟମ୍' ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇ ପାରିବ । ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତରଙ୍ଗର ଶକ୍ତି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍‌ର ମୂଲ୍ୟ hf ହୋଇଥିବାର ସୂଗ୍ଭଇଥିଲେ । ଏଠାରେ, f ହେଉଛି ବିକିରଣର କମ୍ପନ ଆବୃତ୍ତି ଏବଂ h ହେଉଛି ଏକ ସାର୍ବତ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ । ଏହାକୁ ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ 'ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ' (Planck's constant) ନାମରେ ଅଭିହିତ କରଯାଇଛି । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $6{\cdot}62 \times 10^{-34}$ ଜୋଲ-ସେକେଣ୍ଡ । ଏଥିରୁ ବୁଝି ହେଉଛି ଯେ, ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ ବିକିରଣର କମ୍ପନ ହାର (f) ତତ୍‌ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

ଏପରି ଭବରେ ଏକ ଯୁଗାନ୍ତକାରୀ ଉଦ୍ଭାବନ ଦ୍ୱାର ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ଜଣାଇ ଦେଲେ ଯେ 'କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍' ବା ତାର ପୂର୍ଣ୍ଣ ସାଂଖ୍ୟିକ ଗୁଣ (quantum of energy or its multiples) ଆକାରରେ ହିଁ ଶକ୍ତିର ବିକିରଣ ବା ଶୋଷଣ ଘଟିଥାଏ ।

ପ୍ଲାଙ୍କ୍ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁଠାରୁ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ରଶ୍ମିର ଶକ୍ତି ବିତରଣ (energy distribution) ସମ୍ପର୍କରେ ହିସାବ କରିବା ପାଇଁ ବିଗ୍ଭର କରିଥିଲେ ଯେ ଏହାର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଦୋଳକ ଅବସ୍ଥାନ କରିଛନ୍ତି ଏବଂ ଏହି ଦୋଳକଗୁଡ଼ିକ ଉଚ୍ଚତର ଶକ୍ତି ଧାରିତ ଅବସ୍ଥାରୁ ନିମ୍ନତର ଶକ୍ତିଧାରିତ ଅବସ୍ଥାକୁ ହଠାତ୍ କୁଦାମାରି ଗ୍ଭଲି ଆସୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ଶକ୍ତି କ୍ୱାଣ୍ଟାର ବିକିରଣ ଘଟୁଛି । [ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍‌ର ସମାହାରକୁ କ୍ୱାଣ୍ଟା କୁହାଯାଏ ।] ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିଜଶକ୍ତି ସମ୍ପର୍କରେ ଏକ ତତ୍ତ୍ୱ ଉଦ୍ଭାବନ କରିବା ପାଇଁ ଆଗରୁ ମାକ୍‌ସ୍‌ୱେଲ୍ ଓ ବୋଲଜମ୍ୟାନ୍ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ଗାଣିତିକ କୌଶଳ ଅବଲମ୍ବନ କରିଥିଲେ, ଆଲୋଚ୍ୟ ସମସ୍ୟାଟିର ସମାଧାନ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ସେହି କୌଶଳଟିର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ଥିଲେ । ପ୍ଲାଙ୍କ୍ କଳ୍ପନା କରିଥିଲେ ଯେ ଗୋଟିଏ ଦୋଳକର ଶକ୍ତି u ହେବାର ସମ୍ଭାବ୍ୟତା (probability) ହେଉଛି $e^{-\frac{u}{kT}}$ ଏଠାରେ k ହେଉଛି ବୋଲ୍‌ଜ୍‌ମାନ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।

କିନ୍ତୁ ଏଠାରେ ବୁଝିବାକୁ ହେବ ଯେ ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱାନୁଯାୟୀ u କେବଳ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂଲ୍ୟ ଧାରଣ କରିପାରେ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା କେବଳ hfର ପୂର୍ଣ୍ଣସାଂଖ୍ୟିକ ଗୁଣ (integral multiples) ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ମାକ୍‌ସ୍‌ୱେଲ୍ ଓ ବୋଲ୍‌ଜ୍‌ମାନ୍‌ଙ୍କ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁର ଶକ୍ତି ସମ୍ପର୍କୀୟ ତତ୍ତ୍ୱରେ ଏପରି କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ କଟକଣା ନ ଥିଲା । ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାର ଉପସ୍ଥିତିରେ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁରେ କ୍ୱାଣ୍ଟମ ତତ୍ତ୍ୱଦ୍ୱାର ଅନୁମୋଦିତ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଶକ୍ତିଧାରିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଦୋଳକଗୁଡ଼ିକର ଆପେକ୍ଷିକ ସଂଖ୍ୟା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥିଲେ । ପରିସଂଖ୍ୟାନ ତତ୍ତ୍ୱାନୁସାରୀ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଏହି ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ଦୋଳକଗୁଡ଼ିକ ହଠାତ୍ ନିଜ ନିଜ ଶକ୍ତିଧାରିତ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ଯେଉଁ ରଶ୍ମି ବିକିରଣ କରିଥାଆନ୍ତି, ତାହାର ଶକ୍ତି ବିତରଣ (energy distribution) ସମ୍ପର୍କରେ ଏକ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ପ୍ରଦାନ କରିବାକୁ ସେ ସମର୍ଥ ହୋଇଥିଲେ ।

ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସଂସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିବା ସମୀକରଣଟି ହେଉଛି

$$R_\lambda = \frac{2\pi hc^2\lambda^{-5}}{e^{hf/kT} - 1} = \frac{2\pi h}{c^3} \frac{f^5}{e^{hf/kT} - 1}$$

ଅନାୟାସରେ ବୁଝି ହେଉଛି ଯେ ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ଓ ଭିନ୍‌ଙ୍କ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ସାମାନ୍ୟ ପ୍ରଭେଦ ରହିଛି । ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍ଭାବିତ ସମୀକରଣ ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥିତ ଭଗ୍ନାଂଶର ହରରେ (denominator) '—1' ରହିଥିବାରୁ ତାହା କେବଳ ଭିନ୍‌ଙ୍କ ସମୀକରଣଠାରୁ ଭିନ୍ନ ହୋଇ ପାରିଛି । ଏହି —1ର ଭୂମିକା ଅତି ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟପୂର୍ଣ୍ଣ । ଏହାର ଉପସ୍ଥିତି ଯୋଗୁ ହିଁ ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଦ୍ୱାରା ପରୀକ୍ଷା ପ୍ରସୂତ ତଥ୍ୟବଳୀ ସମ୍ପର୍କରେ ସନ୍ତୋଷଜନକ ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣ ପ୍ରଦାନ କରିବା ସମ୍ଭବ ହେଉଛି ଏବଂ ବିଶେଷ କରି ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ବିକିରିତ ଶକ୍ତିର ଅସଲ ସ୍ୱରୂପ ଉନ୍ମୋଚିତ କରି ପାରୁଥିବାରୁ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଶାସ୍ତ୍ରରେ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରି ପାରିଛି । ପୁନଶ୍ଚ, ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ସମୀକରଣରେ ଭିନ୍‌ଙ୍କ ସମୀକରଣ ତୁଲ୍ୟ ଆନୁଭବିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କଗୁଡ଼ିକର (C_1 ଓ C_2) ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇ ନାହିଁ । ଏଥିରେ ଯେଉଁ ଧ୍ରୁବାଙ୍କଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଛି ସେଗୁଡ଼ିକ ଆନୁଭବିକ (empirical) ନ ହୋଇ ସାର୍ବତ୍ରିକ (universal) ହୋଇଛନ୍ତି । କାରଣ ଏଥିରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା c ହେଉଛି ଆଲୋକର ବେଗ, k ହେଉଛି ବୋଲ୍‌ଜମାନ୍‌ଙ୍କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ଏବଂ h ହେଉଛି ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ । ଏହି ସାର୍ବତ୍ରିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ଭାବରେ ଆଗରୁ ନିରୂପିତ ହୋଇ ସାରିଛି । ତେଣୁ ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱାବଲମ୍ବନରେ R_λ ର ମୂଲ୍ୟ ସଠିକଭାବରେ ନିରୂପଣ କରିବା ସମ୍ଭବ ହେଉଛି ।

ସାରକଥା

ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତା :

କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠଦେଶର ଏକ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳବିଶିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳରୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଓ ଏକାପରି ଅବସ୍ଥାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହୋଇଥିବା ଆଉ ଗୋଟିଏ ଢିବିକଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ପୃଷ୍ଠତଳ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳରୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ଭିତରେ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ତାପ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତକୁ ଦତ୍ତ ପୃଷ୍ଠତଳର ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତା କୁହାଯାଏ ।

ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା :

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ପୃଷ୍ଠଦେଶ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇଥିବା ତାପର ମୂଲ୍ୟ ଓ ଏକା ଅବସ୍ଥାରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଢିବି କଳା ବୋଳା ହୋଇଥିବା ସମକ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠତଳ ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ ତାପର ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତକୁ ଦତ୍ତ ପୃଷ୍ଠଦେଶର ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା କହନ୍ତି ।

ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ବିକିରକ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ଶୋଷକ ତୁଲ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିଥାଏ ।

ଷ୍ଟିଫାନଙ୍କ ନିୟମ :

ଗୋଟିଏ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁର ଏକ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପୃଷ୍ଠତଳରୁ ଏକ ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ମୋଟ ତାପ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ସେହି ବସ୍ତୁର ପରମ ତାପମାତ୍ରାର ଚତୁର୍ଥଘାତ ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମ :

ଯଦି ବାହ୍ୟ ପରିବେଶର ତାପମାତ୍ରା ଓ ଦତ୍ତପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟର ପରିମାଣ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ପଦାର୍ଥର ଶୀତଳନ ହାର ଉଭୟ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୁଏ ।

ଏକ ଯୁଗାନ୍ତକାରୀ ଉଦ୍ଭାବନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ଜଣାଇ ଦେଲେ ଯେ 'କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ବା ତାର ପୂର୍ଣ୍ଣସଂଖ୍ୟକ ଗୁଣ ଆକାରରେ ହିଁ ଶକ୍ତିର ବିକିରଣ ବା ଶୋଷଣ ଘଟିଥାଏ । ଏପରି ଏକତତ୍ତ୍ୱ ଦ୍ୱାରା ହିସାବକରି ସେ କୃଷ୍ଣବସ୍ତୁଠାରୁ ବିକିରିତ ହେଉଥିବା ରଶ୍ମିର ଶକ୍ତି ବିକିରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଏକ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ସ୍ଥାପନ କରିଥିଲେ । ଏହାକୁ ପ୍ଲାଙ୍କ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ କୁହାଯାଏ । ନିୟମଟି ହେଉଛି,

$$R_\lambda = \frac{2\pi hc^2\lambda^{-5}}{e^{hf/kT}-1} = \frac{2\pi h}{c^3}\frac{f^5}{e^{hf/kT}-1}$$

ପ୍ରଶ୍ନମାଳା

1. ତାପ ପରିବହନ ଓ ପରିଚଳନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ? ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

   'ଡେଭିଙ୍କ ନିରାପଦ ବତୀ' କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଏହା କିପରିଭାବରେ କାମକରେ ? ଏହାର ଉପଯୋଗିତା ସମ୍ପର୍କରେ ଯାହା ଜାଣ ଲେଖ ।

2. ତାପ ପରିବାହିତାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ଏବଂ ଏହାକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଗାଣିତିକ ସମ୍ପର୍କଟିକୁ ସ୍ଥାପନ କର । ସି: ଜି: ଏସ: ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ତାପ ପରିବାହିତାର ଏକକଟି କ'ଣ ?

   ସିର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଧାତବ ବସ୍ତୁର ତାପ ପରିବାହିତା କିପରି ଭାବରେ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ରସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

3. ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ କାଚର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 0·002'— ଏହି ଉକ୍ତିଟିରୁ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝିଲ ?

   ଛଡ଼ ଆକାରରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଧାତବ ପଦାର୍ଥର ତାପ ପରିବାହିତା କିପରି ତୁଳନାତ୍ମକ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଏତଦ୍ ସମ୍ପକୀୟ ପରୀକ୍ଷାଟିର ପ୍ରୟୋଗବିଧି ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

4. 4 ମି:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ଓ 150 ବର୍ଗ ସେ: ମି: କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଲୁହା ପ୍ଲେଟ୍‌ର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶର ତାପମାତ୍ରା ଯଥାକ୍ରମେ 100°C ଓ 30°C ହୋଇଛି । ପ୍ଲେଟ୍‌ଦେଇ

ପ୍ରତି 1 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ପରିବାହିତ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର]
[ଲୁହାର ତାପ ପରିବାହିତା =1·5 ସି:ଜି:ଏସ; ପଦ୍ଧତିରେ]

[ଉ: 3937·5 କାଲୋରୀ]

5. ଗୋଟିଏ ହ୍ରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ 10 ସେ: ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ବରଫର ଆବରଣ ଗଠିତ ହୋଇଛି ଏବଂ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ତାପମାତ୍ର $5°C$ ହୋଇଛି । ହ୍ରଦର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ବରଫ ଆବରଣର ସ୍ଥୂଳତା ଆଉ 1 ମି:ମି: ବଢ଼ିଯିବା ପାଇଁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ? ବରଫର ତାପ ପରିବାହିତା =0·005, ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ=80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ ଓ ବରଫର ସାନ୍ଦ୍ରତା=0·9 ଗ୍ରା: ଘନ ସେ:ମି

[ଉତ୍ତର: 48·9 ମିନିଟ୍]

6. ତାପ ପରିବାହିତା ଓ ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ? ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତାର ସଜ୍ଞା ଲେଖ ।

ଏପରି ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର, ଯାହାକି ଆମକୁ ତାପ ପରିବାହିତା ଓ ତାପମାତ୍ରିକ ପରିବାହିତା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ସମ୍ୟକ ଭାବରେ ବୁଝାଇ ଦେଇ ପାରିବ ।

7. ଗୋଟିଏ ଲୌହ ଘନକର ପ୍ରତ୍ୟେକ ପୃଷ୍ଠଦେଶର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 9 ବର୍ଗ ସେ:ମି: ହୋଇଛି । ଏହାର ଦୁଇଟି ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶକୁ ବାଷ୍ପ ଓ ଗଳିତ ବରଫର ସ୍ପର୍ଶରେ ରଖାଯାଇଛି । ଯଦି ଲୁହାର ତାପ ପରିବାହିତାର ମୂଲ୍ୟ 0'2 ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ 20 ମିନିଟ୍ ସମୟ ପରେ କେତେ ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳି ଯାଇଥିବ ?

[ଉ: 900 ଗ୍ରାମ୍]

8. ଏପରି କାହିଁକି ଘଟେ ? କାରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ :

(କ) ଗ୍ଲ' କେଟଲର ହାଣ୍ଡଲ୍‌ରେ ବେତ ଲାଗିଥାଏ ।

(ଖ) ଝାଳିବା ଯନ୍ତ୍ରର ହାଣ୍ଡଲ୍‌ଟିକୁ କାଠରେ ତିଆରି କରା ଯାଇଥାଏ ।

(ଗ) କ୍ରିକେଟ୍ ଖେଳାଳିମାନେ ଖେଳିବା ସମୟରେ ଧଳା ପୋଷାକ ପରିଧାନ କରିଥାଆନ୍ତି ।

(ଘ) କାଠଗୁଣ୍ଡ ବା କରତଗୁଣ୍ଡ ଭିତରେ ବରଫ ରଖା ଯାଇଥାଏ ।

(ଙ) ଛତା କଳାକନାରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ ।

(ଚ) ଗେଷେଇ କରଯାଉଥିବା ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକର ବାହ୍ୟପାର୍ଶ୍ୱଦେଶକୁ କଳା ଓ ବନ୍ଧୁର କରଯାଇଥାଏ ।

(ଛ) କାଗଜ କପ୍ ଭିତରେ ଜଳକୁ ରଖି ଦିଆଯାଇ କପ୍‌ଟିକୁ ଚୁଲ୍ଲି ଉପରେ ଗରମ କଲେ କାଗଜଟା ପୋଡ଼ିଯାଏ ନାହିଁ ।

(ଜ) ଶୀତଦିନେ ଆମେ ରଙ୍ଗିନ ପୋଷାକ ଓ ଖରାଦିନେ ଧଳା ପୋଷାକ ପରିଧାନ କରିବା ପାଇଁ ଅଧିକ ପସନ୍ଦ କରିଥାଉଁ ।

(ଝ) ସମୁଦ୍ର ଉପକୂଳବର୍ତ୍ତୀ ଅଞ୍ଚଳମାନଙ୍କରେ ସାମୁଦ୍ରିକ ବାୟୁ ଓ ଭୂ ବାୟୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ।

(ଝ) ଗୋଟିଏ ଲୁହାଛଡ଼ ଓ ଆଉ ଗୋଟିଏ କାଠ ବାଡ଼ି ଏକା ସମୟରେ ଖରାରେ ପଡ଼ିଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଲୁହାଛଡ଼ଟି ଆମହାତକୁ କାଠ ବାଡ଼ି ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଗରମ ଲାଗେ ।

(ଟ) ଗୋଟିଏ ମୋଟା ଜାମା ପିନ୍ଧିବା ଅପେକ୍ଷା ଦୁଇଟି ପତଳା ଜାମା ପରିଧାନ କଲେ ବେଶୀ ଶୀତ ଲାଗେ ନାହିଁ ।

(ଠ) ଘରମାନଙ୍କର କାଛରେ ଝରକାଗଡ଼ିକୁ ସାମନା ସାମନି ରଖାଯାଇଥାଏ ।

9. ପରିବହନ, ପରିଚଳନ ଓ ବିକିରଣ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କ'ଣ ? ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

ଚିତ୍ର ସହ ଗୋଟିଏ ଥର୍ମୋଫ୍ଲାସ୍କର ଗଠନ ଓ ଉପକାରିତା ସମ୍ପର୍କରେ ବିବରଣୀ ଲେଖ ।

10. (i) ଉତ୍ତପ୍ତ ଜଳର ପ୍ରବାହ ଘଟାଯାଇ ଓ
(ii) ଉତ୍ତପ୍ତ ବାୟୁର ପ୍ରବାହ ଘଟାଯାଇ ଶୀତ ପ୍ରଧାନ ଦେଶମାନଙ୍କରେ କୋଠରୀଗୁଡ଼ିକୁ କିପରି ଭାବରେ ଉଷୁମ ରଖାଯାଇ ଥାଏ ?

11. ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଆଲୋକ ଓ ବିକୀର୍ଣ୍ଣ ତାପର ପ୍ରକୃତି ମଧ୍ୟରେ କେଉଁ ପ୍ରକାର ସାଦୃଶ୍ୟ ରହିଛି ? ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ବୁଝାଇଦିଅ ।

12. ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର 'ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତା' କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଏହାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।

'ବିଭିନ୍ନ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶର ତାପ ବିକିରଣ କ୍ଷମତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ—'ଏହି ଉକ୍ତିଟିର ସତ୍ୟାପନ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

13. ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ଶୀତଳନ ନିୟମଟିକୁ ଲେଖି ଦିଅ । ଏହି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ କିପରି ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ?

14. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ତାପ ଶୋଷଣ କ୍ଷମତା କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ଏହାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।

କେଉଁ ପ୍ରକାର ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପାଦନ କରି ତୁମେ ଦର୍ଶାଇ ପାରିବ ଯେ ଗୋଟିଏ ତାପ ବିକିରକ ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତମ ତାପ ଶୋଷକ ତୁଲ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିଥାଏ ? ସେହି ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

15. ତାପ ବିନିମୟ ସମ୍ପର୍କରେ ପ୍ରେଭ ସିଦ୍ଧାନ୍ତଟି କ'ଣ ? ଏ ବିଷୟରେ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଟିପ୍ପଣୀ ଲେଖ ।

ଗୋଟିଏ ଉତ୍ତପ୍ତ ବସ୍ତୁ ତାପ ବିକିରଣ କରୁଥିବା ପରି ଖଣ୍ଡିଏ ବରଫ 'ଶୀତଳତା ବିକିରଣ କରୁଥିବାର ଆମକୁ ଜଣାପଡ଼େ କାହିଁକି ।

16. (କ) କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ କାହାକୁ କହନ୍ତି ? ଏପରି ବସ୍ତୁଟିଏ ଆମେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରି-ପାରିବା କି ?
(ଖ) ଷ୍ଟିଫାନ୍‌ଙ୍କ ନିୟମଟିକୁ ଲେଖ ଓ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

17. ଗୋଟିଏ 200 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କାଲୋରୀମିଟରରେ ଥର ଥର କରି 500 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ଓ ସମଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ 400 ଗ୍ରାମ୍ ତରଳ ବସ୍ତୁ ନିଆଯାଇ ଥଣ୍ଡା କରଗଲା । ଯଦି ତାପମାତ୍ରାରେ 55° C ଠାରୁ 50°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହ୍ରାସ ଘଟିବା ପାଇଁ ଜଳ 280 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ନେଇଥାଏ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥଟି 200 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ନେଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତରଳପଦାର୍ଥଟିର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର [କାଲୋରୀମିଟର ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ=0·1] (ଉ: 0·88)

18. ଗୋଟିଏ ଏକ ବର୍ଗଫୁଟ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ $\frac{3}{16}$ ଇଞ୍ଚ ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ କାଚ ପଟାର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶର ତାପମାତ୍ରା ଯଥାକ୍ରମେ 60°F ଓ 10°F ହୋଇଛି । ଏହି କାଚପଟା ଦେଇ 2 ଘଣ୍ଟା ମଧ୍ୟରେ କେତେ ତାପ ପରିବାହିତ ହୋଇଯିବ ? କାଚର ତାପ ପରିବାହିତା$=1{\cdot}4\times10^{-3}$ କାଲୋରୀ/ସେକେଣ୍ଡ$\times$ସେ:ମି:$\times$0°C
(ଉ: $2{\cdot}95\times10^{6}$ କାଲୋରୀ (ପ୍ରାୟ)

19. 1 ବର୍ଗମିଟର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ 2 ମି:ମି: ସ୍ଥୂଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଚ ଝରକାର ଭିତର ପାଖର ତାପମାତ୍ରା 59°F ହୋଇଛି ଓ ଏହାର ବାହାର ପାଖର ତାପମାତ୍ରା −5°C ହୋଇଛି । କୋଠରୀ ଭିତରୁ ପ୍ରତି 1 ଘଣ୍ଟାରେ କାଚ ଝରକା ବାଟେ କେତେ ତାପ ପଦାକୁ ଚାଲିଯାଉଛି ? (ଉ: ଘଣ୍ଟାପ୍ରତି 72×10^{6} କାଲୋରୀ)

————

ଅଷ୍ଟତ୍ରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

ତାପର ପ୍ରକୃତି (Nature of heat)
ଏବଂ
ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ (Mechanical Equivalent of heat)

ତାପର ପ୍ରକୃତି :

ତାପର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ପର୍କରେ ପ୍ରାଚୀନ ବୈଜ୍ଞାନିକଗଣ ଏକାଧିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ପ୍ରଦାନ କରିଛନ୍ତି । ସେହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ନିର୍ଭୁଲ ତାହା ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରଥମାର୍ଦ୍ଧ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କୁ ଜଣା ନ ଥିଲା । ଏଠାରେ ଅତୀତର ଉଦ୍ଭାବିତ ସମସ୍ତ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଓ ପରୀକ୍ଷାର ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କରା ନ ଯାଇ କେବଳ ସଂକ୍ଷେପରେ କେତୋଟି ମୁଖ୍ୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତର ଆଲୋଚନା କରାଯାଉଛି ।

38.1 କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱ (Caloric theory):

ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ତାପକୁ ଏକ ଅଦୃଶ୍ୟ ତରଳ ରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରା-ଯାଉଥିଲା ଏବଂ ଏହି ତରଳର ନାମ 'କାଲୋରୀ' ରଖାଯାଇଥିଲା । ମନେକରାଯାଉଥିଲା ଯେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଭୌତିକ ପଦାର୍ଥ ଭିତରେ ଏହି ତରଳ ପୂରି ରହିଛି । ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରୁ ଅଳ୍ପ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁଆଡ଼କୁ ଏହି 'କାଲୋରୀ'ର ପ୍ରବାହ ଘଟୁଥିବାରୁ ଶେଷୋକ୍ତ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଛି । ପୁନଶ୍ଚ, ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁସାରେ କାଲୋରୀର କୃତ୍ରିମ ଉପାୟରେ ସୃଷ୍ଟି ବା ବିନାଶ ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ତାପ ଆଦାନ ପ୍ରଦାନ ସମୟରେ 'କାଲୋରୀ'ର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ । କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ତାପ ହରାଉଥିବା ସମୟରେ ଅନ୍ୟ ପଦାର୍ଥ ଏହି ତାପ ଗ୍ରହଣ କରି ନେଇଥାଏ । ସେ ଯୁଗର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ମନେକରିଥିଲେ ଯେ ଗୋଟିଏ ଜଳଧାରିତ ସ୍ପଞ୍ଜକୁ ଚିପୁଡ଼ିଦେଲେ ତହିଁରୁ ଯେପରି ଜଳ ନିଗିଡ଼ି ଯାଏ, ଠିକ୍ ସେହିପରି ଘର୍ଷଣ ବା କୌଣସି ପ୍ରକାର ଚାପ ପକାଗଲେ ପଦାର୍ଥଟିରୁ ଉଲ୍ଲିଖିତ 'କାଲୋରୀ' ନାମକ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଚିପୁଡ଼ି ହୋଇ ପଦାକୁ ଚାଲି ଆସେ । ଏହି କାଲୋରୀକୁ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ଉକ୍ତ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଭାଗ ନେଉଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ଗ୍ରହଣ କରିନେଇ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେଇଥାନ୍ତି । ଏରୂପେ ଏ କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱ ସାହାଯ୍ୟରେ ଅତୀତରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ତାପ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକୁ ବୁଝାଇଦେବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରି କେତେକାଂଶରେ ସଫଳ ହୋଇଥିଲେ । ମାତ୍ର, କାଳକ୍ରମେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ତାପ ସମ୍ପର୍କୀୟ ପରୀକ୍ଷା ବୁଝାଇବାପାଇଁ ଏ ନିୟମ ଯଥେଷ୍ଟ ହେଲା ନାହିଁ । କାଉଣ୍ଟ ରମ୍‌ଫୋର୍ଡ ପ୍ରଥମେ ପରୀକ୍ଷା କରି ଏହି ତତ୍ତ୍ୱଟି ଭ୍ରମାତ୍ମକ ବୋଲି ସୂଚନା ଦେଲେ ।

38.2 ରମ୍‌ଫୋର୍ଡଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା :

ଏକଦା ମ୍ୟୁନିକ୍ ସହରରେ ନୌସେନା ବାହିନୀର ସହାୟତାରେ ଗୋଟିଏ ଲୁହାଖଣ୍ଡ ଭିତରେ ଗାତ ଖୋଳାଯାଇ ଗୋଟିଏ ତୋପ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଉଥିଲା । କାଉଣ୍ଟ ରମ୍‌ଫୋର୍ଡ ଏହି ଘଟଣାଟିକୁ ଦେଖି ଜାଣି ପାରିଥିଲେ ଯେ ଡ୍ରିଲିଂ ମେସିନ୍ ଲୁହା ଖଣ୍ଡ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ

କରାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଛି ଏବଂ ଏହି ତାପ ଦ୍ୱାରା ମେସିନ୍ ଓ ଲୁହାଖଣ୍ଡ ଉଭୟେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ଯାଉଛନ୍ତି । ଏ ଘଟଣାଟିରୁ ତାଙ୍କର ଧାରଣା ହୋଇଥିଲା ଯେ ଖୋଦନ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଓ ଜାତ ତାପ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ଭବତଃ କୌଣସି ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି । ନିଜ ଧାରଣାର ସଠିକତା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ମୁନିଆଁ ଷ୍ଟିଲ୍ ନିର୍ମିତ ଅସ୍ତ୍ରଦ୍ୱାରା ବନ୍ଧୁକ ତିଆରି ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଏକ ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ଗାତ୍ର ଖୋଦନ କରି ସେ ବାରମ୍ବାର ପରୀକ୍ଷା କଲେ । ସେ ଜଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ମୁନିଆଁ ଅସ୍ତ୍ରଟିକୁ ଉକ୍ତ ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦେବାପାଇଁ ତାହାକୁ 1000 ଥର ପାଇଁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ମୋଡ଼ି ଦେଇ (ବା ଘୂରାଇ ଦେଇ) ଦେଖିଲେ ଯେ ସମୁଦାୟ ଧାତବ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା 60°F ଠାରୁ 130°F ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଯାଇଛି । ଏ ଭାବେ ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପଦ୍ୱାରା ସେ 6 ପାଉଣ୍ଡ ବରଫକୁ ତରଳାଇ ଦେଇ ପାରିଲେ । ସେ ଉପରୋକ୍ତ ଭାବେ ବାରମ୍ବାର ପରୀକ୍ଷା କରି ଦେଖିଲେ ଯେ, ମୁନିଆଁ ଅସ୍ତ୍ରଟିକୁ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ଥର ପାଇଁ ଘୂରାଇଦେବା ସକାଶେ ଯେତେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବିନିଯୋଗ କରାଯାଉଛି, ତଦନୁଯାୟୀ ସେତେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଛି । ତେଣୁ ସେ ଜାଣି ପାରିଲେ ଯେ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାଟିକୁ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଭାବରେ ଚାଲୁରଖାଗଲେ ଅମାପ ପରିମାଣର ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇ ପାରିବ । ସେ ଚିନ୍ତା କଲେ ଯେ, ଯଦି ପଦାର୍ଥସ୍ଥ 'କାଲୋରୀ' ନାମକ ତରଳର ପ୍ରବାହ ଯୋଗୁଁ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥାଏ, ତେବେ ଉକ୍ତ ପ୍ରକ୍ରିୟାଟିକୁ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଭାବରେ ଚାଲୁ ରଖିଲେ, ଏତେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ବା ଅମାପ ପରିମାଣର ତରଳ ବସ୍ତୁ ପଦାର୍ଥ ଭିତରୁ ପଦାକୁ ଚିପୁଡ଼ି ହୋଇ ଆସି ପାରିବ ନାହିଁ । ପଦାର୍ଥର ଗଚ୍ଛିତ 'କାଲୋରୀ'ର କ'ଣ କୌଣସି ସୀମା ନାହିଁ ? କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱଦ୍ୱାରା ସେ ଉଦ୍ଭାବିତ ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳକୁ ବୁଝାଇ ପାରିଲେ ନାହିଁ । ତେଣୁ ସେ ଜଣାଇ ଦେଲେ ଯେ, କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱଟି ଭ୍ରମାତ୍ମକ । ତାପକୁ ମଧ୍ୟ ଏକ ଅଦୃଶ୍ୟ ତରଳ ବସ୍ତୁ ବିଚାରିବା ଠିକ୍ ନୁହେଁ । ପୁନଶ୍ଚ, ସେ ଜଣାଇ ଦେଇଥିଲେ ଯେ ତାପକୁ ଏକ ପ୍ରକାର 'ଗତି' (motion) ବୋଲି ବିଚାରିବା ଠିକ୍ ହେବ । ପରବର୍ତ୍ତୀ କାଳରେ ତାଙ୍କଦ୍ୱାରା ବ୍ୟକ୍ତ ଏହି ମତବାଦଟିକୁ ବ୍ରିଟିଶ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସାର ହମ୍ଫ୍ରେଡ଼େଭି ସମର୍ଥନ କଲେ ।

38.3 ଡେଭିଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Davy's experiment):

ରମ୍ଫୋର୍ଡ଼୍‌ଙ୍କ ମତବାଦ ପ୍ରକାଶିତ ହେବା ପରେ କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱର ସମର୍ଥକମାନେ ତାଙ୍କ ତଥ୍ୟକୁ ଖଣ୍ଡନ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଅବାନ୍ତର ଯୁକ୍ତି ପରିବେଷଣ କଲେ । ସେମାନେ କହିଲେ ଯେ ଗାତଖୋଳା ଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଧାତବ ପଦାର୍ଥରୁ ବାହାରି ଆସୁଥିବା ପଦାର୍ଥକଣା ଦ୍ୱାରା ଏପରି ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଛି । ମାତ୍ର, ବୈଜ୍ଞାନିକ ଡେଭି ରମ୍ଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମତବାଦର ସଠିକତା ସମ୍ପର୍କରେ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କରିଥିଲେ । ଶୂନ୍ୟ ଡିଗ୍ରୀ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ଼୍ ଠାରୁ ଅଳ୍ପ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଦୁଇଖଣ୍ଡ ବରଫକୁ ସେ ପରସ୍ପର ସହ ଘଷି ଦେଇ ଜଳରେ ପରିଣତ କରିଦେଲେ । ଆଗରୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କୁ ଜଣାଥିଲା ଯେ ଜଳର ତାପଧାରିତା ଶକ୍ତି ବରଫ ଠାରୁ ଅଧିକ । ତେଣୁ ସେ କହିଲେ ଯେ ଯଦି 'କାଲୋରୀ'ର ପ୍ରବାହ ହେତୁ ବରଫ ଠାରୁ ତାପ ଜଳ ଆଡ଼କୁ ଆସିଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଜଳର ତାପଧାରିତା ଶକ୍ତି ବରଫର ତାପଧାରିତା ଶକ୍ତି ସହ ସମାନ ହେବାର କଥା । ମାତ୍ର ଏହା କଦାପି ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ତେଣୁ କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱ ଭ୍ରମାତ୍ମକ । ସେ କହିଲେ ଯେ ବରଫ ଦୁଇ ଖଣ୍ଡକୁ ପରସ୍ପର ସହ ଘଷି ଦିଆଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଯେଉଁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବିନିଯୋଗ କରାଯାଉଛି, ତାହାହିଁ ତାପ ଶକ୍ତିରୂପେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଯାଉଛି ।

କିନ୍ତୁ ବିନିଯୋଗ କରଯାଉଥିବା ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବରଫ ଖଣ୍ଡରେ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେଉଥିବା ଯୋଗୁ ତହିଁରେ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏ ରୂପେ ଡେଭି ତାପର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ପର୍କରେ ପ୍ରଚଳିତ କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱକୁ ଖଣ୍ଡନ କଲେ ଏବଂ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତତ୍ତ୍ୱ (mechanical theory of heat)କୁ ଏକ ନୂତନ ତତ୍ତ୍ୱ ରୂପେ ସଂସ୍ଥାପନ କରି ପାରିଲେ । ଅନ୍ୟ ଭାଷାରେ କହିଲେ ତାପକୁ ଏକ ପ୍ରକାର ଗତି (Mode of motion) ରୂପେ ବିଚାରିବା ପାଇଁ ଏକ ନୂତନ ଚିନ୍ତାଧାରାର ପ୍ରଚଳନ କରିଥିଲେ ।

38.4 ଜୋଲ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା (Joule's experiments) :

ଜେମ୍‌ସ୍ ପ୍ରେସ୍‌କଟ୍ ଜୋଲ୍ ନାମକ ବ୍ରିଟିଶ ବୈଜ୍ଞାନିକ 1838 ମସିହା ଠାରୁ 1843 ମସିହା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନାନା ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଓ ତାପ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ସମ୍ପର୍କ ସଂସ୍ଥାପନ ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରି ସଫଳ ହୋଇଥିଲେ । 1843 ମସିହାରେ ସେ ଜଣାଇ ଦେଲେ ଯେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବିନିମୟରେ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରଗଲେ, ଉତ୍ପନ୍ନ ତାପର ପରିମାଣ ନିୟୋଜିତ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ସହ ସମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ ।

ଏତାଦୃଶ ଭାବରେ ରମ୍‌ଫୋର୍ଡ୍, ଡେଭି ଓ ଜୋଲଙ୍କ ସାର୍ଥକ ପ୍ରଚେଷ୍ଟା ଯୋଗୁଁ ତାପର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ପର୍କରେ ସଠିକ୍ ତଥ୍ୟ ମିଳିଲା । କାଲୋରୀୟ ତତ୍ତ୍ୱ ଭ୍ରମାତ୍ମକ ବୋଲି ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତତ୍ତ୍ୱର ସଠିକତା ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା ।

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମ (First Law of thermodynamics) ଓ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ (mechanical equivalent of heat) :

ରମ୍‌ଫୋର୍ଡ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା, ଡେଭିଙ୍କ ପରୀକ୍ଷା ଓ ଜୋଲ୍‌ଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଫଳାଫଳ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକରୁ ମିଳୁଥିବା ଫଳାଫଳ ପ୍ରତି ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଜଣାପଡ଼େ ଯେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବିନିଯୋଗ କରଯାଇ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ସମୟରେ ବା ତାପ ଶକ୍ତି ବିନିଯୋଗ କରଯାଇ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରଯାଉଥିବା ସମୟରେ, ଉଭୟ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମ୍ପର୍କ ନିହିତ ଥାଏ । ଏହାକୁ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର **ପ୍ରଥମ ନିୟମ** କୁହାଯାଏ ।

ଯେତେବେଳେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ତାପ ଶକ୍ତିରୂପେ ବା ତାପ ଶକ୍ତି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିରୂପେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ, ସେତେବେଳେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଓ ତାପ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ବା ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ।

ଏହି ସ୍ଥିର ସଂଖ୍ୟାଟିକୁ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ (Mechanical equivalent of heat) କୁହାଯାଏ । ଅନେକ ଏହାକୁ ଜୋଲ୍‌ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ **ଜୋଲ୍‌ଙ୍କ ସ୍ଥିରାଙ୍କ** (Joule's constant) ବୋଲି କହିଥାନ୍ତି । ଏହା ସଂକ୍ଷେପରେ J ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇ-ଥାଏ ।

ଯଦି ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ବା ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ W ହୋଇଥିବା ସମୟରେ H ପରିମାଣର ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ନିୟମାନୁଯାୟୀ

$$\frac{W}{H} = J \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Hର ମୂଲ୍ୟ 1 ଏକକ ହେଉଥିବା ସମୟରେ Jର ମୂଲ୍ୟ W ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଉଛି ।

ଏକ ଏକକ ପରିମିତ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ବିନିଯୋଗ କରଯାଇଥିବା ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟକୁ (ବା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ) ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ (J) କୁହାଯାଏ ।

38.5 ବିଭିନ୍ନ ଏକକ ଅନୁଯାୟୀ Jର ମୂଲ୍ୟ :

ସି.ଜି.ଏସ୍. ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ :

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ Hର ମୂଲ୍ୟକୁ କାଲୋରୀରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା Jର ମୂଲ୍ୟ $4{\cdot}2 \times 10^7$ ଅର୍ଗ୍ /କାଲୋରୀ ହୋଇଥାଏ ।

କିନ୍ତୁ 1 ଜୋଲ୍ $= 10^7$ କାଲୋରୀ । ତେଣୁ ଜୋଲ୍ /କାଲୋରୀ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ Jର ମୂଲ୍ୟ 4·2 ଜୋଲ୍ /କାଲୋରୀ ହୋଇଯାଏ ।

ଏଫ୍. ପି. ଏସ୍. ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ :

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ Hର ମୂଲ୍ୟକୁ ବ୍ରିଟିଶ୍ ତାପ ଏକକ (B. Th. U.) ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ ଏବଂ Wର ମୂଲ୍ୟକୁ ଫୁଟ-ପାଉଣ୍ଡ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କର ଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା Jର ମୂଲ୍ୟ 778 ଫୁଟ-ପାଉଣ୍ଡ/ B. Th. U. ହୋଇଥାଏ ।

ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରକାରେ Jର ମୂଲ୍ୟକୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭାବରେ ସୂଚାଇ ଦେବା ପାଇଁ କୁହା-ନ ଯାଇଥିଲେ, ସର୍ବଦା ସି. ଜି. ଏସ୍. ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ Jର ମୂଲ୍ୟକୁ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇ-ଥାଏ । ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ $4{\cdot}2 \times 10^7$ ଅର୍ଗ୍ /କାଲୋରୀ କୁହାଯିବା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ବୁଝିଯାଉଛୁ ଯେ 1 କାଲୋରୀ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ $4{\cdot}2 \times 10^7$ ଅର୍ଗ୍ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ।

38.6 ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା Jର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ :

(1) କାଗଜ ପଟାରେ ତିଆରି ହୋଇଥିବା ନଳୀ ଓ ସୀସା ଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ପରୀକ୍ଷା :

ଏହି ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକର ସାହାଯ୍ୟରେ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ Jର ମୂଲ୍ୟ ଅତି ସହଜରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ଏ ମୂଲ୍ୟ ଏକାନ୍ତ ନିର୍ଭୁଲ ନୁହେଁ ।

ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରୟୋଗ ବିଧି :

ପ୍ରାୟ 1 ମିଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ କାଗଜ ପଟାରେ ନିର୍ମିତ ନଳୀକୁ ଏତଦ୍ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । ଏହି ନଳୀର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ ବାୟୁରୁଦ୍ଧ ଭାବେ ବନ୍ଦ କରିବା ପାଇଁ ଦୁଇଟି କର୍କ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ପ୍ରଥମେ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ସୀସାଗୋଲିର ପ୍ରାରମ୍ଭିମ ତାପମାତ୍ରା ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ତପରେ କାଗଜ ନଳୀର ଗୋଟିଏ ମୁହଁକୁ ଖୋଲି ଦିଆଯାଇ ନଳୀଟିକୁ ଭୂସମାନ୍ତର ଅବସ୍ଥାରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ଗୋଲିଗୁଡ଼ିକୁ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ନଳୀ ଭିତରେ ରହିଯିବା ପରେ କର୍କ ଦ୍ୱାରା ତା'ର ଖୋଲା ମୁହଁଟିକୁ ବନ୍ଦ କରି ଦିଆଯାଏ ଏବଂ ନଳୀଟିକୁ ହଠାତ୍ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯାଇ ଭୂଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ନଳୀର ଗୋଟିଏ ମୁହଁଠାରୁ ଅନ୍ୟ ମୁହଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପତିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ବାରମ୍ବାର ନଳୀଟିକୁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯାଇ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ଏହି କାମ ଅତିଶୀଘ୍ର କରିବା ଦରକାର । କିଛି ଥର ପାଇଁ ଏପରି କରିସାରିବାପରେ ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ

ହିସାବ :

ମନେକର, ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକର ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ$=m$ ଗ୍ରାମ୍ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ନଳୀକୁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯିବା ଦ୍ୱାରା ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ପତିତ ହେଉଥିବା ହାରାହାରି ଦୂରତା $=h$ ସେ:ମି: । [ଅର୍ଥାତ୍, ଏଠାରେ ନଳୀର ଦୈର୍ଘ୍ୟ$=h$ ସେ:ମି]

∴ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ତଳକୁ ଖସୁଥିବା ସମୟରେ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ$=mgh$ ଏର୍ଗ୍ ।

ଯଦି ନଳୀଟିକୁ ଏକାଦିକ୍ରମେ n ଥର ପାଇଁ ଓଲଟାଇ ଦିଆଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟ$=n\,m\,g\,h$ ଏର୍ଗ୍ ।

ଯଦି ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା θ_1 ହୋଇଥାଏ ଓ ଶେଷ ତାପମାତ୍ରା θ_2 ହୋଇଥାଏ, ଏବଂ ଯଦି ସୀସାର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପର ମୂଲ୍ୟ S ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସୀସାଗୋଲିଗୁଡ଼ିକରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ତାପ

$$=mS\,(\theta_2-\theta_1) \text{ କାଲୋରୀ}$$

$$\therefore\ J=\frac{\text{ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ}}$$

$$=\frac{n\,m\,g\,h}{(\theta_2-\theta_1)\,mS}$$

$$\text{ବା } J=\frac{n\,g\,h}{S\,(\theta_2-\theta_1)}\ \dots\dots\dots\ (2)$$

ପରୀକ୍ଷାରୁ θ_1, θ_2, n ଓ hର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବାରୁ ଓ ଦତ୍ତ ସ୍ଥାନରେ 'g'ର ମୂଲ୍ୟ ଜଣାଥିବାରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ହିସାବ କରାଯାଇ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣରୁ Jର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) Jର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ କାଗଜ ପଟା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ନଳୀ ଭିତରେ 25°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଓ 800 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ସୀସାଗୋଲି ନିଆଗଲା । ଯଦି ନଳୀର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 100 ସେ:ମି: ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ସୀସାଗୋଲି ଧାରିତ ନଳୀଟିକୁ 50 ଥର ପାଇଁ ଏକାଦିକ୍ରମେ ଓଲଟାଇ ଦେବାରୁ ଗୋଲିଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରା 28·84°C ହୋଇଯାଉଥାଏ, ତାହାହେଲେ Jର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ସୀସାର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ$=0{\cdot}031$ ଓ $g=980$ ସେ:ମି:/(ସେକେଣ୍ଡ)^2]

ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଗୋଲିଗୁଡ଼ିକ ତଳକୁ ପତିତ ହେଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ$=mgh=800\times980\times100=8\times98\times10^5$ ଏର୍ଗ୍

କାଗଜ ପଟା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ନଳୀଟିକୁ 50 ଥର ଓଲଟାଇ ଦିଆଯିବା ଯୋଗୁ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ$=n\,m\,g\,h=50\times8\times98\times10^5$ ଏର୍ଗ୍

$$=5\times8\times98\times10^6 \text{ ଏର୍ଗ୍}$$

ସୀସାଗୁଳୀଗୁଡ଼ିକରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ

$$=mS\,(\theta_2-\theta_1)$$
$$=800\times0{\cdot}031\times(28{\cdot}84-25)$$
$$=800\times0{\cdot}031\times3{\cdot}84$$

$$\therefore J = \frac{\text{ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ}}$$

$$= \frac{5 \times 8 \times 98 \times 10^6}{8 \times 0{\cdot}031 \times 3{\cdot}84 \times 10^3}$$

$$= \frac{98 \times 5}{384 \times 31} \times 10^9 = 4{\cdot}1 \times 10^7 \text{ ଏର୍ଗ/କାଲୋରୀ}$$

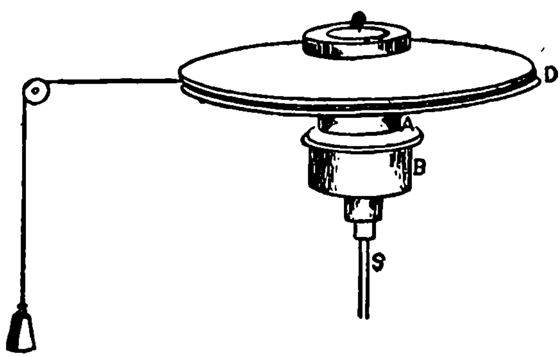
$\therefore$ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $= 4{\cdot}1 \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ ।

(2) ସର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି (Searle's method) :

ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ସର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଉପକରଣର ନମୂନା ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ବର୍ଣ୍ଣନା ଓ ପ୍ରୟୋଗ ବିଧି :

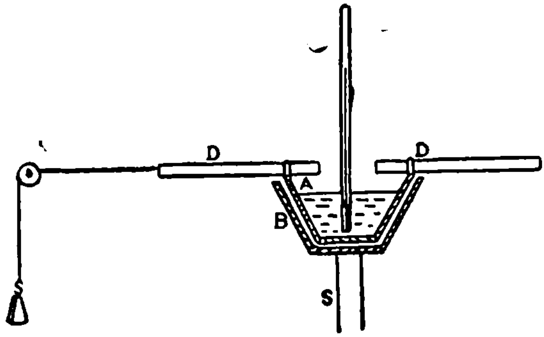
ଏହି ଉପକରଣଟିରେ ମୁଖ୍ୟତଃ ଦୁଇଟି ବ୍ରାସ ନିର୍ମିତ ପାତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ର (A) କୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ର (B) ଭିତରେ ଠିକ୍ ଖାପି ଯାଉ-ଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ବାହାର ପଟକୁ ରହିଥିବା ପାତ୍ରଟିର ଭିତର ପାର୍ଶ୍ୱର ଆକୃତି ଗୋଟିଏ କୋନ୍ ସଦୃଶ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହି ପାତ୍ରଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଭୂଲମ୍ବ ସ୍ତମ୍ଭ (S)ରେ ଏପରି ଭବରେ ରଖା ଯାଇଥାଏ ଯେ ଏହା ଘୂରିଯାଏ । ଭୂଲମ୍ବ ସ୍ତମ୍ଭଟିକୁ ଘୂରଇବା ପାଇଁ ଫିତା ଓ ଚକର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଚିତ୍ରରେ ଏହାକୁ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇ ନାହିଁ । ଭିତର ପାତ୍ର (A) କୁ ବାହାର ପାତ୍ର ଭିତରେ ଠିକ୍ ଖାପି ଯାଉଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ରଖି ଦିଆଯିବା



(ଚିତ୍ର 257)

ପରେ ତହିଁରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଜଳ ପୂରଇ ଦିଆଯାଏ । ଯନ୍ତ୍ରଟିରେ ଏପରି ବ୍ୟବସ୍ଥା କରଯାଇଥାଏ ଯେ ସ୍ତମ୍ଭ (S)ଟିକୁ ଘୂରଇବା ଦ୍ୱାରା ବାହ୍ୟ ପାତ୍ର Bଟି ଘୂରିଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଭିତର ପାତ୍ରଟି ଘୂରିଯାଏ ନାହିଁ । ଏତଦ୍ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଜଳ ଧାରିତ ଭିତର ପାତ୍ରଟିକୁ ଦୁଇଟି ପିନ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ କାଠଥାଳୀ (D) ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଏହି ଥାଳୀଟିକୁ ସର୍ବଦା ଅଚଳ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖିବା ପାଇଁ ସ୍ପର୍ଶକ (tangentially) ଭବରେ ଗୋଟିଏ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରଯାଏ । ଏହି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ

କରଯିବା ନିମିତ୍ତ ଚିତ୍ର 258ରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ଉକ୍ତି ଗୋଟିଏ ଦଉଡ଼ି ଓ ଗୋଟିଏ ଓଜନିଆ ବଟକରର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।



(ଚିତ୍ର 258)

ପ୍ରଥମେ ଭିତର ପାତ୍ରଟିରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ପାରଦ ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଏ । ତତ୍ପରେ ଇସ୍ପଭବରେ ସ୍ତମ୍ଭକୁ ମୋଡ଼ି ଦିଆଯାଇ ବାହ୍ୟ ପାତ୍ର (B)କୁ ଏକାଦିକ୍ରମେ କେତୋଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦିଆଯାଏ ।

ଏହି ପାତ୍ରଟି ଘୂରୁଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଏହାର ଭିତର କାନ୍ଥ ସହ ଜଳଧାରିତ ଅଚଳ ପାତ୍ରର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠଦେଶଟି ଘଷି ହୋଇଥାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ଏବଂ ଏହି ତାପ ଦ୍ୱାରା ଜଳଧାରିତ ପାତ୍ର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟେ । ଜଳଧାରିତ ପାତ୍ରରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଥର୍ମୋମିଟରରୁ ଜଳର ଶେଷ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ତେଣୁ ଶେଷ ତାପମାତ୍ରା ଓ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରଭେଦ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଦେବା ଦ୍ୱାରା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥାଏ ।

ହିସାବ :

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିବା ଉପକରଣଟିକୁ ଏପରି ଭବରେ ନିର୍ମାଣ କରଯାଇଛି ଯେ ଝୁଲି ରହିଥିବା ଓଜନର ବଳଘୂର୍ଣ୍ଣ (torque) ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ ଜାତ ହେଉଥିବା ଭିତର ପାତ୍ର (A)ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନକୁ ସନ୍ତୁଳିତ (Counter balance) କରି ପାରୁଛି । ଅର୍ଥାତ, ଏଠାରେ ଝୁଲି ରହିଥିବା ଓଜନର ବଳଘୂର୍ଣ୍ଣର ପରିମାଣ ଘର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ ହେଉଛି । ମାତ୍ର ଦୁହେଁ ପରସ୍ପରର ବିପରୀତମୁଖୀ ହୋଇଛନ୍ତି । ମାତ୍ର, ଏହି ବଳ ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ପରିମାଣ ହେଉଛି mgr; ଏଠାରେ m=ଝୁଲି ରହିଥିବା ଓଜନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ r ହେଉଛି କାଠ ଥାଳୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ପରିମାଣ ।

ଇସ୍ପ ସ୍ତମ୍ଭଟିକୁ ଗୋଟିଏ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦିଆଯିବା ଦ୍ୱାରା, ତାହା କୋଣୀୟ ଭବରେ ଘୂରିଯାଉଥିବା କୋଣର ପରିମାଣ ହେଉଛି 2π । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ, ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟ=ବଳ ଘୂର୍ଣ୍ଣ $\times$ କୋଣୀୟ ଦୂରତା $= mgr \times 2\pi$

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ପାଇଁ ଭୂଇସ୍ପ ସ୍ତମ୍ଭଟିକୁ ଯଦି n ସଂଖ୍ୟକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦିଆଯାଇଥାଏ; ତାହାହେଲେ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେବ $mgr \times 2\pi n$ ।

ଅର୍ଥାତ୍ ଏଠାରେ $W = mgr \times 2\pi n$ ।

$\therefore$ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ତାପ $= \frac{W}{J}$

$$= \frac{mgr \times 2\pi n}{J}$$

ଏହି ତାପକୁ ଭିତର ପାତ୍ର (A) ଓ ତହିଁରେ ଥିବା ଜଳ ଶୋଷି ନେଇ ନିଜ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇଛନ୍ତି । ଯଦି ଭିତର ପାତ୍ରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଓ ତହିଁରେ ଥିବା ଜଳର ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ M ହୋଇଥାଏ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟିଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ θ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଶୋଷିତ ହୋଇଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ହେବ $M\theta$ ।

$$\therefore M\theta = \frac{mgr \times 2\pi n}{J}$$

ବା $$J = \frac{mgr \times 2\pi n}{M\theta} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

ଯଦି mର ମୂଲ୍ୟ ଗ୍ରାମ ଆକାରରେ; gର ମୂଲ୍ୟ ସେ:ମି:/(ସେକଣ୍ଡ)^2 ଆକାରରେ, rର ମୂଲ୍ୟ ସେ:ମି: ଆକାରରେ ଓ θର ମୂଲ୍ୟ °C ଆକାରରେ ମପାଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ Jର ମୂଲ୍ୟକୁ ଏର୍ଗ୍/କାଲେରୀ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇ ପାରିବ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

ସର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ଉପକରଣର ସାହାଯ୍ୟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ସଂଗ୍ରହ କରଗଲା । ଝୁଲି ରହିଥିବା ଓଜନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ =200 ଗ୍ରାମ୍, ଥାଳୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ =10 ସେ:ମି:, ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ସଂଖ୍ୟା =500, ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ =30 ଗ୍ରାମ୍, ଭିତର ପାତ୍ରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ =20 ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି =2·8°C । ଏଗୁଡ଼ିକ ସାହାଯ୍ୟରେ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଏଠାରେ, ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ $= mgr \times 2\pi n$

$= 200 \times 980 \times 10 \times 2 \times 3{\cdot}14 \times 500$

$= 4 \times 98 \times 5 \times 3{\cdot}14 \times 10^6$ ଏର୍ଗ୍

ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ତାପ $= M\theta$

$= (300+20) \times 2{\cdot}8$

$= 50 \times 2{\cdot}8$ କାଲୋରୀ

$\therefore J = \dfrac{\text{ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ତାପ}}$

$= \dfrac{20 \times 98 \times 3{\cdot}14 \times 10^6}{50 \times 2{\cdot}8}$

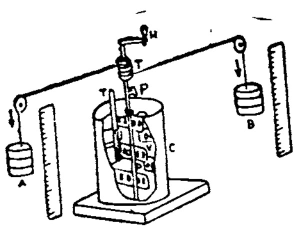
$= 4{\cdot}4 \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ

$\therefore$ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $= 4{\cdot}4 \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ

38.7 ଜୋଲ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି (Joule's Method) :

ଡକ୍ଟର୍ ଜୋଲ୍ ପ୍ରଥମେ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କକୁ ସଠିକ ଭାବେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ଗୋଟିଏ ପଦ୍ଧତି ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କ ବ୍ୟବହୃତ ଉପକରଣର ନମୁନା ଚିତ୍ର 259 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ଏଠାରେ C ହେଉଛି ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ତମ୍ବାପାତ୍ର । ଏହି ପାତ୍ରର ଭିତର କାନ୍ଥରେ ଗୁଡ଼ାଏ ପତଳା ଧାତବ ଗୁଦର ଜଡ଼ିତ ହୋଇ ରହିଥାଏ ।



(ଚିତ୍ର 259)

ଏହି ଗୁଦରଗୁଡ଼ିକ କାନ୍ଥପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବରେ ପରସ୍ପରପ୍ରତି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତାରେ ରହିଥାନ୍ତି । ଏପରି ଭାବରେ କାନ୍ଥସହ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବା ଗୁଦରଗୁଡ଼ିକୁ ସର୍ବଦା ଅଚଳ ବା ସ୍ଥିର ଗୁଦର (fixed vane) କୁହାଯାଏ । ପାତ୍ର ଭିତରେ ପ୍ରଥମେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଜଳ ରଖି ଦିଆଯାଏ । ତତ୍‌ପରେ ଗୁଡ଼ାଏ ପତଳା ଧାତବ ଗୁଦର ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବା ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ମନ୍ଥକ (Stirrer)କୁ ଏହି ପାତ୍ରଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ମନ୍ଥକର ଅକ୍ଷପ୍ରତି ଗୁଡ଼ାଏଯାକ ଗୁଦର ସୁଦୃଢ଼ ଭାବରେ ଓ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ଜଡ଼ିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । ଏହି ଗୁଦର ଧାରିତ ମନ୍ଥକଟିକୁ ପାତ୍ର-ଭିତରେ ଏପରି ଭାବରେ ରଖି ଦିଆଯାଏ ଯେ ଏହାର ଗୁଦରଗୁଡ଼ିକ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଅଚଳ ଗୁଦର ଗୁଡ଼ିକରେ ଥିବା ସ୍ଥାନଭିତରେ ରହି ଯାଆନ୍ତି ଓ ଲମ୍ବ ଅକ୍ଷଟିକୁ ଘୂରାଇବା ଦ୍ୱାରା ଏହି ମନ୍ଥକ ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ଗୁଦରଗୁଡ଼ିକ ଉକ୍ତ ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଘୂରି ଥାଆନ୍ତି । ଏତଦ୍ୱାରା ଭଲ ଭାବରେ ଜଳର ମନ୍ଥନ ହୋଇଥାଏ ।

ମନ୍ଥକଟିକୁ ଘୂରାଇବା ପାଇଁ ଏହି ଉପକରଣରେ ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର ଆୟୋଜନ କରାଯାଏ । ମନ୍ଥକର ଲମ୍ବ ଅକ୍ଷଟିକୁ ଏକ ପିନ୍ (P) ସାହାଯ୍ୟରେ ଆଉ ଏକ ହାଣ୍ଡଲ ଧାରିତ ଲମ୍ବ ସ୍ତମ୍ଭ (T) ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଏ । ଏହା ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଦଉଡ଼ିଗୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଇଥାଏ ଏବଂ 259 ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ସଦୃଶ ଏହି ଦଉଡ଼ିର ଦୁଇମୁଣ୍ଡରେ ଦୁଇଟି ସମାନ ସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବଟକରା (A ଓ B) ଝୁଲି ରହିଥାଏ । ବଟକରା ଦ୍ୱୟ ଦଉଡ଼ିର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ ଝୁଲି ରହିବା ପାଇଁ ଦଉଡ଼ିଟିକୁ ଦୁଇଟି ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠତଳ ବିଶିଷ୍ଟ ପୁଲି (R ଓ S) ଉପର ଦେଇ ନିଆଯାଇଥାଏ । ମନ୍ଥକର ଲମ୍ବ ଅକ୍ଷକୁ ପିନ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ଆୟୋଜନ ସହ ସଂଯୋଗ କରି ଦେବା ଦ୍ୱାରା ଦଉଡ଼ିଟା ଖୋଲି ଖୋଲି ଯାଏ । ତେଣୁ , ବଟକରା ଦ୍ୱୟ ଦଉଡ଼ିର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ସମାନ ସମାନ ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତଳକୁ ଖସି ଆସନ୍ତି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକରାର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି (Potential energy)ରେ ହ୍ରାସ ଘଟିଥାଏ, ଏବଂ ଏହି ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଗତିଜ ଶକ୍ତିରୂପେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଇ ମନ୍ଥକଟିକୁ ଘୂରାଇଥାଏ । ମନ୍ଥକଟି ଘୂରିଯିବା ଦ୍ୱାରା ତଦ୍‌ସଂଶ୍ଳିଷ୍ଟ ଗୁଦରଗୁଡ଼ିକ ପାତ୍ରସ୍ଥ ଜଳ ଭିତରେ ଘୂରିଯାଆନ୍ତି ।ଏଥିଯୋଗୁଁ ସଚଳ ଗୁଦର ଘୂର୍ଣ୍ଣମାନ ଅଚଳ ଗୁଦର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳ ଭଲଭାବରେ ମନ୍ଥି ହୋଇଯାଏ । ଏଥିରେ ଏପରି ଆୟୋଜନ କରାଯାଇଥାଏ ଯେ କେବଳ ବଟକରା ଦୁଇଟି ତଳକୁ ଖସିବା ବେଳେ ମନ୍ଥକଟି ଘୂରିଥାଏ ଏବଂ ବଟକରା ଦ୍ୱୟ ତଳକୁ ଖସିଯିବା ପରେ ମନ୍ଥକର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆପେ ଆପେ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । କାରଣ, ବଟକରା ଦୁଇଟି ତଳକୁ ଖସିଯିବା ପରେ, ପିନ୍ (C)କୁ କାଢ଼ି ନିଆଯାଏ । ତେଣୁ ମନ୍ଥକଟି ଅନ୍ୟ ଆୟୋଜନଠାରୁ ପୃଥକ ହୋଇଯାଏ । ଏପରି

ଅବସ୍ଥାରେ ହାଣ୍ଡଲ (H)ଟିକୁ ମୋଡ଼ା ଯାଇ ଦଉଡ଼ିଟାକୁ ପୁନର୍ବାର ସେହି ଲମ୍ବ ସ୍ତମ୍ଭ ଦେହରେ ଗୁଡ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାରା ବଟକରା ଦୁଇଟିକୁ ଟେକି ଦିଆଯାଇ ପୁନର୍ବାର ସେମାନଙ୍କ ପୂର୍ବସ୍ଥାନରେ ରଖି ଦିଆଯିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ । ବଟକରା ଦୁଇଟି ପୁନର୍ବାର ଯଥାସ୍ଥାନରେ ରହିଯିବା ପରେ ପିନ୍‌ଟିକୁ ଲଗାଇ ଦିଆଯାଏ । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକ ପୁନର୍ବାର ତଳକୁ ଖସି ମନ୍ଥକଟିକୁ ଘୂରାଇଥା'ନ୍ତି । ଏତଦ୍ୱାରା ପାତ୍ର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଜଳ ପୁନର୍ବାର ମନ୍ଥି ହୋଇଯାଏ ।

ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ବାରମ୍ବାର ପ୍ରାୟ 20 ଥର ପାଇଁ ପରିଗ୍ଳଚିତ କରାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ବଟକରା ଦୁଇଟିକୁ ଉପରକୁ ରଖି ତଳକୁ ଖସାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଦୂରତାର ପରିମାଣକୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ରଖିଦେବା ପାଇଁ 259 ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ପରି ଦୁଇଟି ଲମ୍ବ ଭାବରେ ରଖାଯାଇଥିବା ସ୍କେଲ୍‌ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।

ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଆରମ୍ଭ କରାଯିବା ପୂର୍ବରୁ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋ-ମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମପାଯାଇଥାଏ । ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଶେଷ କରିଦେବା ପରେ ପୁନର୍ବାର ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଜଳର ତପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଛି । ଏପରି ଘଟିବାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ମନ୍ଥକର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ବର୍ତ୍ତମାନ ଜଳକୁ ମନ୍ଥନ କରୁ-ଥିବା ହେତୁ ଜଳକୁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି ଏବଂ ଏହି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ତାପ ଶକ୍ତି ରୂପେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଉଛି । ତେଣୁ ଜଳ ତାପ ଆହରଣ କରି ନିଜର ଓ ପାତ୍ରଟିର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଇ ପାରୁଛି ।

ହିସାବ :

ମନେକର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $=M_1$ ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକରା ତଳକୁ ଖସୁଥିବା ସମୟରେ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଦୂରତା $=h$

'M' ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 'h' ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନିମ୍ନଗାମୀ ହେଲେ, ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, ତା'ର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିରେ Mgh ପରିମାଣର ହ୍ରାସ ଘଟିବ । ଯଦି ଏହି ଶକ୍ତି ଜଳକୁ ମନ୍ଥନ କରିବା କାର୍ଯ୍ୟରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ନିୟୋଜିତ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକରା ଥରେ ତଳକୁ ପତିତ ହେବା ସମୟରେ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେବ Mgh । ତେଣୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକରା n ଥର ପାଇଁ ତଳକୁ ପତିତ ହେଲେ, ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେବ n Mgh । ଏଠାରେ ଦୁଇଟି ସମାନ ସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବଟକରାକୁ n ଥର ପାଇଁ ତଳକୁ ଖସାଯାଇଛି । ତେଣୁ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ସର୍ବମୋଟ ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ (W)ର ପରିମାଣ ହେବ 2n Mgh ।

∴ ଏଠାରେ $W=2n\ Mgh$

ଯଦି ତମ୍ବାପାତ୍ର (C)ଟିର ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ନିଆଯାଇଥିବା ଜଳର ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ m ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟିଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ θ ହୋଇ-ଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ତାପ (H)ର ପରିମାଣ ହେବ $m\theta$ ।

∴ ଏଠାରେ $H=m\theta$

ତେଣୁ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $J=\frac{W}{H}=\frac{2nMgh}{m\theta}$ ....(4)

ଯଦି hର ମୂଲ୍ୟକୁ ସେ:ମି: ଆକାରରେ, θର ମୂଲ୍ୟକୁ °C ଆକାରରେ M ଓ mର ମୂଲ୍ୟକୁ ଗ୍ରାମ୍‌ରେ ଓ gର ମୂଲ୍ୟକୁ ସେ:ମି:/(ସେକେଣ୍ଡ)² ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ-ଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣରୁ ହିସାବ ଦ୍ୱାରା Jର ମୂଲ୍ୟକୁ ଏର୍ଗ୍ / କାଲୋରୀ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରିବ ।

ଆବଶ୍ୟକୀୟ ସଂଶୋଧନ :

(1) ଉଲ୍ଲିଖିତ ହିସାବରେ ଧରି ନିଆଯାଇଛି ଯେ ବଟକରଗୁଡ଼ିକର ପତନ ହେତୁ, ସେଗୁଡ଼ିକର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିରେ ଯେତିକି ପରିମାଣର ହ୍ରାସ ଘଟୁଛି, ତାହା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭବରେ ଜଳକୁ ଉତପ୍ତ କରାଇବା ପାଇଁ ନିୟୋଜିତ ହୋଇଛି । ମାତ୍ର ବାସ୍ତବ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏପରି ଘଟୁନାହିଁ । କାରଣ, ବଟକରଗୁଡ଼ିକ ଯେତେବେଳେ ଚଟାଣ ନିକଟରେ ପହଞ୍ଚି ଯାଉଛନ୍ତି, ସେମାନେ ସେତେବେଳେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହେଉଛନ୍ତି । ଏହି ଗତିର ପରିମାଣ ଯେତେ କମ୍ ହୋଇଥାଉ ପଛକେ, ଚଟାଣକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରିବାର ଠିକ୍ ପୂର୍ବ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ବଟକର ଦୁଇଟି ଯେତିକି ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଧାରଣ କରିଛନ୍ତି, ତାହା ଜଳକୁ ଉତପ୍ତ କରିବା କାର୍ଯ୍ୟରେ (ଅର୍ଥାତ୍ ମନ୍ଥକଟିକୁ ଘୂରାଇବା କାର୍ଯ୍ୟରେ) ନିୟୋଜିତ ହେଉନାହିଁ । ତେଣୁ ଆଗରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣରୁ ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟକୁ ବିୟୋଗ କରିଦେଲେ, ଆମେ ପ୍ରକୃତରେ ଜଳକୁ ଉତପ୍ତ କରିବା ପାଇଁ ନିୟୋଜିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବା ।

ଯଦି ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକର ଚଟାଣକୁ ସ୍ପର୍ଶକରିବା ପୂର୍ବ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ତା'ର ଗତିର ପରିମାଣ v ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଉଭୟ ବଟକରର ପତନ ଯୋଗୁଁ ଜାତ ହେଉଥିବା ଗତିଜଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ $2 \times \frac{1}{2}Mv^2 (= Mv^2)$ ହେବ ।

$\therefore$ ଜଳକୁ ଉତପ୍ତ କରିବା ପାଇଁ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟ

$$= 2nMgh - nMv^2$$
$$= nM(2gh - v^2)$$
$$\therefore J = \frac{W}{H} = \frac{nM(2gh - v^2)}{m\theta} \text{ .... } (5)$$

(2) ବଟକର ଦୁଇଟି ଚଟାଣ ଉପରେ ପତିତ ହୋଇଯିବା ପରେ ମଧ୍ୟ ଗ୍ଲଦର ଗୁଡ଼ିକ ପାତ୍ରଭିତରେ ଥିବା ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଅଳ୍ପସମୟ ପାଇଁ ଘୂରିଥାନ୍ତି । ବଟକର ଦ୍ୱୟର ପତନ ପରେ ପରେ ଏହି ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବନ୍ଦହୋଇ ନଥିବାରୁ, ଏଥିପାଇଁ ସଂଶୋଧନ ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ।

(3) ପୁଲିର ପାର୍ଶ୍ୱଦେଶ ସହିତ ଦଉଡ଼ିର ଘର୍ଷଣ, ବଟକର ଦ୍ୱୟର ପତନ ଯୋଗୁ ଜାତ ହେଉଥିବା ଶବ୍ଦ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ବିବିଧ ପ୍ରକାର ଯାନ୍ତ୍ରିକ କମ୍ପନ (Mechanical vibrations) ଯୋଗୁ ଶକ୍ତିକ୍ଷୟ ଘଟିଥାଏ । ମାତ୍ର ଏଗୁଡ଼ିକୁ ହିସାବକୁ ନିଆଯିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏନାହିଁ । ତେଣୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ଫଳାଫଳ ସଠିକତା ଏତଦ୍ୱାରା କମିଯାଏ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଜୋଲଙ୍କ ଉପକରଣର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇ ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା କରି ତହିଁରୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସଂଗ୍ରହ କରାଗଲା । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= 60$ କି:ଗ୍ରା: । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବଟକରକୁ ନିମ୍ନଗାମୀ କରାଯାଉଥିବା ଦୂରତା $= 1$ ମିଟର, ବଟକରଗୁଡ଼ିକ ନିମ୍ନଗାମୀ କରାଯାଉଥିବା ଥର $= 10$ । କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଜଳର ମୋଟ ଜଳ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $= 1000$ ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି $= 2{\cdot}8°C$ । ଏହି ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ Jର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

4 ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ,

$$J = \frac{2Mgh \times n}{H}$$

ଏଠାରେ, M=60 କି:ଗ୍ରା:, h=100 ସେ:ମି:

ଓ n=10 ।

H = ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ=କାଲୋରୀ ମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଜଳର ମୋଟ ତୁଲ୍ୟ ଜଳଭର × ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

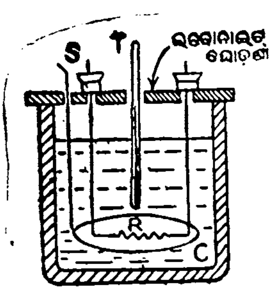
$$\therefore J = \frac{2 \times 60 \times 1000 \times 980 \times 100 \times 10}{1000 \times 2{\cdot}8}$$

$= 4{\cdot}2 \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ

∴ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ
$= 4{\cdot}2 \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ ।

38.8 ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତି (Electrical method) :

ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଏକ ବିଶେଷ ଧରଣର କାଲୋରୀ ମିଟର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଚିତ୍ର 260 ରେ ଏପରି ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀ ମିଟରର ନମୁନା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହାକୁ ଅନେକେ ଜୋଲଙ୍କ କାଲୋରୀ ମିଟର ବୋଲି କହିଥାନ୍ତି ।

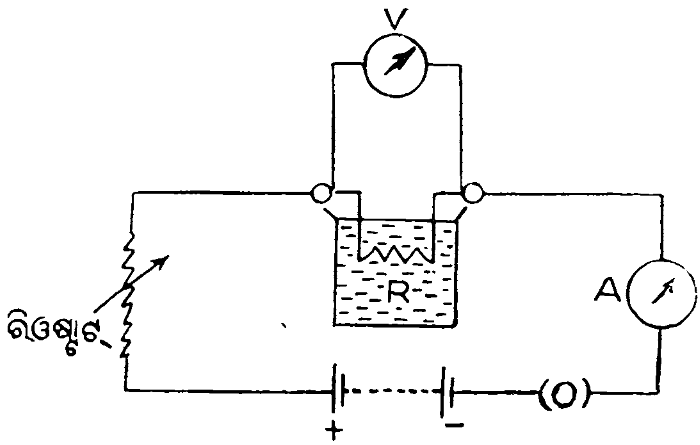


(ଚିତ୍ର 260)

ଏହି କାଲୋରୀ ମିଟର (C)କୁ ତମ୍ବା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାର ବାହ୍ୟ ପୃଷ୍ଠ ଦେଶରେ ଗୋଟିଏ ମସୃଣ ନିକେଲ ଆବରଣ ବୋଳା ହୋଇଥାଏ । ଏହାର ମୁହଁଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଇବୋନାଇଟ୍ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ଘୋଡ଼ଣିରେ ବନ୍ଦ ରଖାଯାଏ । ଏହି ଘୋଡ଼ଣି ସହ ଦୁଇଟି ସ୍କ୍ରୁ ଲଗିଥାଏ । ଗୋଟିଏ ମାଙ୍ଗାନିଜ ତାର ଥିବା ଗୋଟିଏ ଜର୍ମାନ-ରୁପା ତାର (German-Silver wire)ର ଦୁଇମୁଣ୍ଡକୁ ଏହି ସ୍କ୍ରୁ ସହ ଘନିଷ୍ଠ ଭବରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରଯାଇ ତାର (R)ଟିକୁ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ଝୁଲାଇ ରଖାଯାଏ । କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ତମ୍ବା ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା ମନ୍ଥକ ରଖାଯାଇଥାଏ । ମନ୍ଥକର ଅଗ୍ରଭାଗକୁ ଇବୋନାଇଟ୍ ଘୋଡ଼ଣିରେ ଥିବା ରନ୍ଧ୍ର ବାଟେ ପଦାକୁ ବାହାର କର ଯାଇଥାଏ । କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ସୁଗ୍ରାହୀ ଥର୍ମୋମିଟର ପୂରଇ ଦେଇ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ପ୍ରବେଶ କରଇ ଦେବା ପାଇଁ ଘୋଡ଼ଣିରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଛିଦ ଥାଏ ।

ପରୀକ୍ଷା ଆରମ୍ଭ ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଝୁଲି ରହିଥିବା ତାରଟିର ନିମ୍ନାଂଶ ଏହି ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ି ରହେ । ଏଥିପାଇଁ ଯେଉଁ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ, ତା'ର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ଆମକୁ ଆଗରୁ ଜଣାଥାଏ ଏବଂ ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପାଦନ କରାଯାଇ କାଲୋରୀମିଟରର ତୁଲ୍ୟ ଜଳଭର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ ।

କାଲୋରୀମିଟର (C)ରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ରଖିଦେବା ପରେ ତାହାକୁ ଆଉ



(ଚିତ୍ର 261)

ଗୋଟିଏ ବୃହଦାକାର ବିଶିଷ୍ଟ କାଲୋରୀମିଟରରେ ରଖାଯାଏ । ଏହି ଶେଷୋକ୍ତ କାଲୋରୀମିଟର ଭିତର କାନ୍ଥକୁ ଲାଗି ଫେଲଟ୍ ବା କମ୍ବଳ ଜାତୀୟ ଆବରଣ ଥାଏ । ପରିବହନ ଓ ବିକିରଣ ଯୋଗୁଁ ତାପର କ୍ଷୟ ନ ଘଟିବା ସକାଶେ ଏପରି ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଥାଏ । କାଲୋରୀମିଟର ଭିତରେ ମନ୍ଥକଟିକୁ ରଖି ଦିଆଯାଇ ଇବୋନାଇଟ୍ ଘୋଡ଼ଣିଟିକୁ ଯଥା ସ୍ଥାନରେ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଥର୍ମୋମିଟରଟିକୁ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇ ଦିଆଯାଏ । ଜଳର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

ଏହା ପରେ ଚିତ୍ର (261)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥର ନମୁନା ଅନୁଯାୟୀ ବିଭିନ୍ନ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକ ତାର ସାହାଯ୍ୟରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରି ଦିଆଯାଏ । ପ୍ରଥମେ ରିଓଷ୍ଟାଟ୍ ବା ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ପ୍ରତିରୋଧଟିରେ ପ୍ରତିରୋଧ (resistance)ର ପରିମାଣକୁ ଏପରି ଭାବରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଏ ଯେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥରେ ଆବଶ୍ୟକ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଆମିଟର୍ (A)ରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହାର ସୂଚକ କଣ୍ଟା ଅବସ୍ଥିତିରୁ ଆମ୍ପିଅର୍ ଆକାରରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ (I) ଆମେ ଅନାୟାସରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥାଉ । ତାରର ଦୁଇମୁଣ୍ଡରେ ଥିବା ବିଭବାନ୍ତର (Potential difference)ର ପରିମାଣକୁ ଭୋଲ୍ଟମାପକ (V)ରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହା ବିଭବାନ୍ତର (V) ମୂଲ୍ୟକୁ ଭୋଲ୍ଟ୍ ଆକାରରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥାଏ । ତାର ଭିତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପାଇଁ ଚାଲୁ ରଖାଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଏକ ବିରାମ ଘଣ୍ଟାର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଯେତିକି ସମୟ ପାଇଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଘଟାଯାଏ ସେହି ସମୟ ଭିତରେ ଯଦି ଦୈବାତ୍ ଆମିଟର୍‌ରୁ ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତର

ପରିମାଣରେ ସାମାନ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ରିଓଷ୍ଟାଟ୍‌ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣକୁ ପୂର୍ବ ପରିମାଣ ସହ ସମାନ କରି ଦିଆଯାଏ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ବନ୍ଦ କରଯିବା ବେଳେ କାଲୋରୀମିଟର ଆଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ତରଳ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହି ଶେଷ ତାପମାତ୍ରା ଓ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏହା ଆମକୁ ତରଳ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟିଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ ଜଣାଇ ଦିଏ । ଏଠାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଘଟାଯାଇ ତାରଟିକୁ ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇଛି ଏବଂ ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ତାର ଦେହରେ ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଯାଇଛି । ତାରଠାରୁ ଏହି ତାପକୁ ଆହରଣ କରି କାଲୋରୀମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଉଛନ୍ତି ।

ଯଦି ତାରରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ I ଆମ୍‌ପିୟର ହୋଇଥାଏ ଓ ତା'ର ଦୁଇ ମୁଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତରର ମୂଲ୍ୟ E ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ସେକେଣ୍ଡ ପାଇଁ ତାର ଭିତରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଘଟାଇ ଦିଆଗଲେ ତାକୁ EIt ଜୋଲ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇ ପାରିବ ।

∴ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ଶକ୍ତି ବା ସଂପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ= EIt ହେଲା ।

ବା $W = EIt \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍ ।

ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତି ଯଦି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ତାପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଇ କାଲୋରୀମିଟର ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଉଥାଏ. ତାହାହେଲେ କାଲୋରୀମିତି ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଏହି ତାପ (H)ର ପରିମାଣ ହେବ;

H=(କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ×ଏହାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ+କାଲୋରୀ ମିଟରର ଜଳ ତୁଲ୍ୟ)×ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

ବା $H = (MS + W)\theta$ କାଲୋରୀ;

ଏଠାରେ, M=ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

S=ନିଆଯାଇଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ।

W=କାଲୋରୀମିଟର ଜଳ ତୁଲ୍ୟ

ତରଳ ବସ୍ତୁ ନିଜ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ

ଓ θ=ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ।

ବସ୍ତୁ, W=JH

$$\therefore J = \frac{W}{H} = \frac{E \times I \times t \times 10^7}{(MS + W\theta)} \text{ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ} \ldots\ldots\ldots(6)$$

ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣର ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱସ୍ଥ ସମସ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାରୁ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଥିବାରୁ ହିସାବ ଦ୍ୱାରା Jର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଇ ପାରିବ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିରୁ Jର ମୂଲ୍ୟ ସଠିକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ ହେଲେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତି ସତର୍କ ହେବାକୁ ପଡ଼ିବ ।

(1) ତାର ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ମନ୍ଥନ ଦ୍ୱାର ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ସର୍ବଦା ମନ୍ଥନ କରିବା ବିଧେୟ । ଏତଦ୍ୱାର ସମୁଦାୟ ତରଳ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଥାଏ ।

(2) ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତରେ ପ୍ରବାହ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପରିମାଣକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏଥିପାଇଁ ଆମିଟର୍ ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିପାତ କରି ଆବଶ୍ୟକ ସ୍ଥଳେ ରିଓଷ୍ଟାଟର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ ।

(3) ବିକିରଣ ଯୋଗୁଁ କ୍ଷୟ ଘଟୁଥିବା ତାପକୁ ହିସାବକୁ ନେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ ବିକିରଣ ଯୋଗୁ ଯେପରି ଅଧିକ ତାପ କ୍ଷୟ ନ ଘଟେ ସେଥିପ୍ରତି ସାବଧାନତା ଅବଲମ୍ବନ କରାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ତାପମାତ୍ରା କୋଠରୀର ତାପମାତ୍ରାଠାରୁ 3°C ବା 4°C ଅଧିକ ହୋଇଯିବା ପରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହକୁ ବନ୍ଦ ରଖାଯାଏ ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀ ମାପକ ଭିତରେ 100 ଗ୍ରାମ୍ ଟରପେନଟାଇନ୍ ତେଲ ରଖି ଦିଆଗଲା ଓ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ 4 ଆମ୍ପିଅର୍ ପରିମାଣର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତକୁ 3 ମିନିଟ୍ ପାଇଁ ପ୍ରବାହିତ କରାଯିବାରୁ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ 5°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଲା । ଯଦି ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତର ପ୍ରବାହ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ ତାରର ଦୁଇ ମୁଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ବିଭବାନ୍ତରର ମୂଲ୍ୟ 1·5 ଭୋଲଟ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ Jର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [କାଲୋରୀ ମିଟରର ତୁଲ୍ୟ ଜଳଭର=10 ଗ୍ରାମ ଓ ଟର୍ପେନଟାଇନ୍‌ର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ=0·42

6 ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ,

$$J=\frac{I\times E\times t\times 10^7}{(MS=W)\theta}$$

ଏଠାରେ, $I=4$ ଆମ୍ପିୟର, $E=1\cdot5$ ଭୋଲଟ୍

$t=3\times60=180$ ସେକେଣ୍ଡ

$M=100$

$W=10$ ଗ୍ରାମ୍ ଓ $\theta=5°C$

$$\therefore J=\frac{4\times1\cdot5\times3\times60}{(100+0\cdot42+10)5}\times10^7$$

$$=\frac{6\times3\times60}{52\times5}\times10^7=4\cdot15\times10^7$$ ଏର୍ଗ / କାଲୋରୀ (ପ୍ରାୟ)

∴ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ$=4\cdot15\times10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ

38.9 ବିଶେଷ ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ :

J ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ବର୍ଣ୍ଣିତ ହୋଇଥିବା ଉଲ୍ଲିଖିତ ପଦ୍ଧତିଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତି ହେଉଛି ସବୁଠାରୁ ସହଜ ଏବଂ ଏହାଦ୍ୱାରା ମଧ୍ୟ J ର ମୂଲ୍ୟ ସଠିକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ଉଲ୍ଲିଖିତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତି ଭିନ୍ନ ଆଜି କାଲି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରକାର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତି ଅନୁସରଣ କରି J ର ମୂଲ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯିବା ସମ୍ଭବପର ହେଉଛି । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ କାଲେଣ୍ଡର ଓ ବାର୍ନସଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନ୍ୟତମ । ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନୁସରଣ କଲେ J ର ମୂଲ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ଆଜିକାଲି ଏପରି ଉନ୍ନତ ଧରଣର ଯନ୍ତ୍ରପାତି ନିର୍ମିତ ହେଲଣି ଯେ କାଲୋରୀମିତି ପଦ୍ଧତି ଆଦୌ ଅନୁସରଣ ନ କରି J ର ମୂଲ୍ୟକୁ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସଠିକ ଭବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଦେବା ସମ୍ଭବପର ହେଉଛି ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

(1) 13 କିଲୋଗ୍ରାମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ବଟକରୁ 20 ଥର ପାଇଁ 160 ସେ:ମି: ଉଚ୍ଚତାରୁ ତଳକୁ ପକାଇ ଦିଆଗଲ । ଏପରି କରାଯିବାରୁ ଜାତ ହେଉଥିବା ତାପ ଦ୍ୱାରା 300 ଗ୍ରାମ ଜଳତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରରେ ରଖାଯାଇଥିବା 6,000 ଗ୍ରାମ ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 0·3°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ସମ୍ଭବପର ହେଲ । ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ଏଠାରେ ଧରି ନିଆଯାଉଛି ଯେ ଜାତ ହୋଇ-ଥିବା ସମସ୍ତ ତାପ କେବଳ ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ପାରିଛି]

ବଟକର ଦୁଇଟିକୁ ପକାଯିବା ଯୋଗୁଁ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟ $=2nMgh$

$$=2\times 29\times 13000\times 980\times 160$$

$$=8{\cdot}15\times 10^{10} \text{ ଅର୍ଗ}$$

ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ $=m\theta$

$$=(6000+300)\times 0{\cdot}3$$

$$\therefore J=\frac{\text{ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ}}$$

$$=\frac{8{\cdot}15\times 10^{10}}{1890}=4{\cdot}31\times 10^{7} \text{ ଅର୍ଗ/କାଲୋରୀ}$$

$\therefore$ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ $=4{\cdot}31\times 10^{7}$ ଅର୍ଗ/କାଲୋରୀ ।

(2) ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି 0·4 କି:ମି: ବେଗରେ ଧାବିତ ହେଉଥିବା ଗୋଟିଏ ସୀସା ଗୁଳି ଗୋଟିଏ କଂକ୍ରିଟ୍ କାନ୍ଥରେ ବାଡ଼େଇ ହୋଇ ଯାଉଛି । ଯଦି ମୋଟ ଗତିଜ ଶକ୍ତିର $\frac{1}{4}$ ଅଂଶ ଗୁଳି ତାପକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ନିୟୋଜିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ବାଡ଼େଇ ହୋଇ ଯାଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ଗୁଳିର ତାପମାତ୍ରା କେତେ ପରିମାଣରେ ବଢ଼ିଯିବ ?

ସୀସାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ $=0{\cdot}3$
ଗୁଳିର ବେଗ $=0{\cdot}4\times1000\times100$ ସେ:ମି:/ସେକେଣ୍ଡ
$=4\times10^4$ ସେ:ମି:/ସେକେଣ୍ଡ
ଗୁଳିର ଗତିଜ ଶକ୍ତି $=\frac{1}{2}\ mv^2$
$=\frac{1}{2}m\ (4\times10^4)^2$ ଏଠାରେ m=ଗୁଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

∴ ଗୁଳିଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦେବା ପାଇଁ ନିୟୋଜିତ ହୋଇଥିବା ଶକ୍ତି,
$W=\frac{1}{2}\ m\ (4\times10^4)^2\times\frac{1}{4}$ ଏର୍ଗ୍

ଯଦି ଗୁଳିର ତାପମାତ୍ରାରେ ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ θ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପମାତ୍ରା (H)ର ପରିମାଣ ହେବ,

$H=m\times0{\cdot}03\times\theta$ କାଲୋରୀ
ମାତ୍ର, $W=JH$

$$\therefore \frac{1}{2}m\ (4\times10^4)^2\times\frac{1}{4}=4{\cdot}2\times10^7\times m\times0{\cdot}03\times\theta$$

$$\text{ବା } \theta=\frac{16\times10^8}{2\times4\times4{\cdot}2\times10^7\times0{\cdot}03}$$

$=160°C$ (ପ୍ରାୟ)

∴ କାନ୍ଥରେ ବାଡ଼େଇ ହୋଇଯାଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ଗୁଳିଟିର ତାପମାତ୍ରା 160°C ବଢ଼ିଯିବ ।

(3) 12·6 କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଓ 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଲୌହ ପ୍ଲେଟକୁ 360 ସେ:ମି: ଉପରୁ ଗୋଟିଏ ବରଫ ଖଣ୍ଡ ଉପରେ ପକାଇ ଦିଆଗଲା । ଯଦି ଏପରି କାମ କରଯିବା ହେତୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ କେବଳ ବରଫଖଣ୍ଡଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବାରେ ନିୟୋଜିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଏହାଦ୍ୱାରା କେତେ ପରିମାଣର ବରଫ ତରଳି ଗଲା ?

ଲୁହା ପ୍ଲେଟଟି 360 ସେ:ମି: ତଳକୁ ଖସି ପଡ଼ିବା ହେତୁ କେତେ ପରିମାଣର ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଲା, ତାହାକୁ ପ୍ରଥମେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉ । ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟ $=mgh$

$=12{\cdot}6\times1{,}000\times980\times360$
$=12{\cdot}6\times98\times36\times10^5$ ଏର୍ଗ୍

ମାତ୍ର, ପ୍ରଶ୍ନାନୁଯାୟୀ ଏଠାରେ, $W=JH$

$$\therefore H=\frac{W}{J}=\frac{12{\cdot}6\times98\times36\times10^5}{4{\cdot}2\times10^7}$$

$$=\frac{3\times98\times36}{100} \text{ କାଲୋରୀ}$$

ମାତ୍ର, 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ ତରଳାଇ ଦେବା ପାଇଁ 80 କାଲୋରୀ ତାପ ଆବଶ୍ୟକ ।

∴ ତରଳି ଯାଇଥିବା ବରଫର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

$$= \frac{3 \times 98 \times 36}{100 \times 80} \text{ ଗ୍ରାମ୍}$$

$$= 1{\cdot}3 \text{ ଗ୍ରାମ୍ (ପ୍ରାୟ)}$$

∴ ଲୁହା ପ୍ଲେଟ୍‌ଟିକୁ ବରଫ ଖଣ୍ଡ ଉପରେ ପକାଇ ଦେବା ଯୋଗୁଁ 1·3 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ତରଳି ଯିବ ।

(4) କେତେ ଉଚ୍ଚତାରୁ ଖଣ୍ଡିଏ ବରଫକୁ ତଳକୁ ପକାଇ ଦେଲେ ତାହା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ତରଳିଯିବ ? ଏଠାରେ ଧରିନିଆଯାଉ ଯେ ପତିତ ହେଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ମୋଟ ଶକ୍ତିର ଶତକଡ଼ା 50 ଭାଗ ବରଫଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବାରେ ନିୟୋଜିତ ହେଉଛି ।

ମନେକରାଯାଉ ଯେ ବରଫ ଖଣ୍ଡଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିମାଣ m ଗ୍ରାମ୍ ଓ ଏହାକୁ h ସେ:ମି: ଉଚ୍ଚତାରୁ ତଳକୁ ପକାଇ ଦିଆଯାଉଛି । 1 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫ ତରଳି ଯିବା ପାଇଁ 80 କାଲୋରୀ ତାପ ଦରକାର କରୁଥିବାରୁ, m ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ ତରଳାଇ ଦେବା ପାଇଁ 80 m କାଲୋରୀ ତାପ ଅବଶ୍ୟକ ହେବ ।

ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି h ସେ:ମି: ତଳକୁ ଖସି ପଡୁଥିବା ସମୟରେ ସର୍ବମୋଟ mgh ଏର୍ଗ୍ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରୁଛି । ଏହି ଶକ୍ତିର ଅର୍ଦ୍ଧେକ ଭାଗ ବରଫ ଖଣ୍ଡଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବାରେ ନିୟୋଜିତ ହେଉଥିବାରୁ, ବରଫ ଖଣ୍ଡଟିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଇବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବିନିଯୋଗ କରାଯାଉଥିବା ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ $\frac{1}{2}$ mgh ଏର୍ଗ୍ ହେଉଛି ।

ପ୍ରଶ୍ନ ଅନୁଯାୟୀ, ଏଠାରେ $W=JH$

$$\therefore \tfrac{1}{2}\, m \times 980 \times h = 4{\cdot}2 \times 10^7 \times 80m$$

$$\text{ବା } h = \frac{4{\cdot}2 \times 80 \times 2 \times 10^7}{980}$$

$$= 6{\cdot}8 \times 10^6 \text{ ସେ:ମି:}$$

∴ ବରଫ ଖଣ୍ଡଟିକୁ $6{\cdot}8 \times 10^6$ ସେ:ମି: ଉଚ୍ଚତାରୁ ତଳକୁ ପକାଇ ଦେଲେ ତାହା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ତରଳି ଯିବ ।

(5) ଗୋଟିଏ ଗତିଶୀଳ ସୀସା ଗୁଳି ଗୋଟିଏ ସୁଦୃଢ଼ ତଥା ଶକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ଦେହରେ ଧକ୍କା ଖାଇବାରୁ ତା'ର ତାପମାତ୍ରା 2000°C ବଢ଼ିଯାଉଛି । ଧକ୍କା ଘଟିବା ଯୋଗୁଁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ସମସ୍ତ ତାପ ଯଦି ଗୁଳି ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଗୁଳିଟିର ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ସୀସାର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ=0·03]

ମନେକରାଯାଉ ଯେ ଗୁଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m ଗ୍ରାମ୍ ଓ ତା'ର ବେଗ ହେଉଛି v । ଧକ୍କା ଖାଇବା ପାଇଁ ନିୟୋଜିତ ହୋଇଥିବା ଶକ୍ତି=$\frac{1}{2}mv^2$ ଏର୍ଗ୍

ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପ, $H = m.S\theta$
$= m \times 0{\cdot}03 \times 200$ କାଲୋରୀ

ଏଠାରେ ପ୍ରଶ୍ନାନୁଯାୟୀ, $W = JH$

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = 4{\cdot}2 \times 10^6 \times m \times 0{\cdot}3 \times 200$

ବା $v^2 = 2 \times 4{\cdot}2 \times 10^5 \times 3 \times 200$

$= 2 \times 42 \times 3 \times 200 \times 10^4$
$= 2 \times 42 \times 3 \times 2 \times 10^6$

$\therefore v = 22{\cdot}4 \times 10^3$ ସେ:ମି:/ସେକେଣ୍ଡ (ପ୍ରାୟ)

$\therefore$ ଧକ୍କା ଘଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଗୁଳିର ବେଗ ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି $22{\cdot}4 \times 10^3$ ସେ:ମି: ବା ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି 224 ମିଟର ହୋଇଥିଲା ।

(6) —5°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 5 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରି ଦେବା ପାଇଁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ କେତେ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରଯିବ ? [ବରଫର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ$=0{\cdot}5$, ଜଳର ବାଷ୍ପୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ=537 କାଲୋରୀ / ଗ୍ରାମ୍ । $J = 4{\cdot}2 \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ]

ବରଫର ତାପମାତ୍ରାକୁ —5°C ଠାରୁ 0°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ$=5 \times 0{\cdot}5 \times 5 = 12{\cdot}5$ କାଲୋରୀ । ବରଫ ତରଳାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ$=5 \times 80 = 400$ କାଲୋରୀ । ଗଳନୀଭୂତ ବରଫର ବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାକୁ 0°C ଠାରୁ 100°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ$=5\ (100-0) = 500$ କାଲୋରୀ ।

100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳକୁ 100° ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପ$=537 \times 5 = 2685$ କାଲୋରୀ । $\therefore$ —5°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 5 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ସର୍ବମୋଟ ତାପ$=(12{\cdot}5 + 400 + 500 + 2685)$ କାଲୋରୀ

$= 3597{\cdot}5$ କାଲୋରୀ

ଏହି ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବା ପାଇଁ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ W ଧରଯାଉ; କିନ୍ତୁ $W = JH$

$\therefore W = 4{\cdot}2 \times 10^7 \times 3597{\cdot}5$
$= 15109{\cdot}5 \times 10^7$ ଏର୍ଗ୍
$= 15109{\cdot}5$ ଜୋଲ୍
[$\because 10^7$ ଏର୍ଗ୍ $= 1$ ଜୋଲ୍]

$\therefore$ —5°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ 5 ଗ୍ରାମ୍ ବରଫକୁ 100°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ କରି ଦେବା ପାଇଁ 15109·5 ଜୋଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିବାକୁ ହେବ ।

(7) 200 ମିଟର ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଜଳ ପ୍ରପାତର ଅଗ୍ରଭାଗରେ ଓ ନିମ୍ନ ଦେଶରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରଭେଦର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[g=980 ସେ:ମି:/(ସେକେଣ୍ଡ)^2]

m ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳ h ସେ:ମି: ତଳକୁ ପତିତ ହେବାଦ୍ୱାରା ହରାଉ ଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ mgh ହେଉଛି । ଏଠାରେ h=200 ମି:=20000 ସେ:ମି:

$\therefore$ ଜଳ ତଳକୁ ପତିତ ହେବା ଯୋଗୁଁ ହରାଉଥିବା ଶକ୍ତି$=m\times980\times20000$ ଏର୍ଗ୍ ।

ଯଦି ଏହି ଶକ୍ତି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ତାପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଯାଉଥାଏ ଏବଂ ଏତାଦୃଶ ଭାବରେ ଜାତ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ H ହେଉଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଅନୁଯାୟୀ W=JH ହେବ ।

$$\therefore\ m\times980\times20000=JH$$

$$\text{ବା, } H=\frac{m\times980\times20000}{4\cdot2\times10^7} \text{ କାଲୋରୀ}$$

ଯଦି ଜଳପ୍ରପାତର ନିମ୍ନ ଦେଶରେ ପହଞ୍ଚିବା ପରେ m ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ଏହି ତାପକୁ ଶୋଷଣ କରି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାରେ θ°C ବୃଦ୍ଧି ଘଟାଉଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଜଳ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହେଉଥିବା ତାପର ମୂଲ୍ୟ $m\times\theta$ ହେବ ।

[$\because$ ଜଳର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ=1]

$$\therefore\ mt=\frac{m\times980\times20000}{4\cdot2\times10^7}$$

$$\therefore\ t=\frac{980\times20000}{4\cdot2\times10^7}$$

$$\text{ବା, } t=\frac{7}{15}=0\cdot46°C$$

$\therefore$ ଜଳ ପ୍ରପାତର ଅଗ୍ର ଭାଗରେ ଓ ନିମ୍ନ ଦେଶରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାରେ ପ୍ରଭେଦର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 0·46°C ।

ସାରାଂଶ

ତାପଗତ ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମ :

ଯେତେବେଳେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ ବା ତାପ ଶକ୍ତି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ, ସେତେବେଳେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଓ ତାପଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ବା ସ୍ଥିର ରହିଯାଏ ।

ଏହି ସ୍ଥିର ସଂଖ୍ୟାଟିକୁ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ କହନ୍ତି । ଏହି ସଂଖ୍ୟାଟିକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ J ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଥାଏ ।

$$J=\frac{W}{H}$$

Jର ସଂଜ୍ଞା :

ଏକ ଏକକ ପରିମିତ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ବିନିଯୋଗ କରାଯାଉଥିବା ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟକୁ (ବା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ) ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ସି: ଜି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ Jର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $4{\cdot}2\times10^7$ ଏର୍ଗ/କ୍ୟାଲୋରୀ ଏବଂ ଏଫ୍ : ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 778 ଫୁଟ ପାଉଣ୍ଡ । B. Th. U. ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. ତାପର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ପର୍କରେ ବୁଝାଇ ଦେବା ପାଇଁ ପ୍ରତିପାଦିତ ହୋଇଥିବା ବିବିଧ ତଥ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ଯାହା ଜାଣ ଲେଖ ।

2. କେଉଁ ପ୍ରକାର ପରୀକ୍ଷା ଓ ଯୁକ୍ତିସମ୍ମତ ପ୍ରମାଣ ଉପସ୍ଥାପିତ କରଯାଇ ପ୍ରମାଣ କରାଗଲା ଯେ ତାପ ହେଉଛି ଶକ୍ତିର ଏକ ରୂପ ।

3. ତାପର ଗତିଜ ତତ୍ତ୍ୱର ପ୍ରଥମ ନିୟମଟିକୁ ଲେଖି ଦିଅ । ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତତ୍ତ୍ୱ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ? ସି: ଜି: ଏସ୍: ଓ ଏଫ୍: ପି: ଏସ୍: ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ?

   ସର୍ଲ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା କପରି ଭାବରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ର ସହ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

4. ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା ଲେଖ । ଜୋଲ୍‌ଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ କିପରିଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ର ସହ ଏହି ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

5. ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତି ଅନୁଯାୟୀ ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ କିପରିଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ? ଚିତ୍ରସହ ଏହି ପରୀକ୍ଷା ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବିବରଣୀ ପ୍ରଦାନ କର । ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ସଠିକ ଫଳ ପାଇବାକୁ ହେଲେ କେଉଁ ବିଷୟଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତି ସାବଧାନତା ଅବଲମ୍ବନ କରାଯିବା ବିଧେୟ ?

6. ଏପରି କାହିଁକି ଘଟେ ? କାରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

   (କ) ଗୋଟିଏ ନିମ୍ନଗାମୀ ପଦାର୍ଥ ଚଟାଣରେ ପଡ଼ିଯିବା ପରେ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଏ ।
   (ଖ) ଟାୟାର୍‌ରେ ପମ୍ପ ଦିଆଯାଉଥିବା ସମୟରେ ପମ୍ପଟା ଗରମ ହୋଇଯାଏ ।

7. 10 କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥ 1 କିଲୋମିଟର ଉଚ୍ଚତାରୁ ଚଟାଣ ଉପରେ ଖସି ପଡ଼ିଲା । ଯଦି ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ତାପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ତାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଉ: $28{\cdot}3\times10^3$ କାଲୋରୀ]

8. 100 ମିଟର ଉଚ୍ଚତାରେ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରେ ରହିଥିବା ଗୋଟିଏ ସୀସାଖଣ୍ଡ ଭୂପତିତ ହେଲା । ଯଦି ଚଟାଣକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରୁଥିବା ସମୟରେ ତାର ସମସ୍ତ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟିଥିବା ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର [ସୀସାର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ $=0{\cdot}03$] ।

[ଉ: $7{\cdot}8°C$ (ପ୍ରାୟ)]

9. ଗୋଟିଏ ତାପ କୁପରିବାହୀ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା 15 ସେ: ମି: ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ନଳୀ ଭିତରେ 500 ଗ୍ରାମ୍ ସୀସାଗୁଳି ପୂରାଇ ଦିଆଗଲା । ନଳୀଟିକୁ ଲମ୍ବ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଦେଖାଗଲା ଯେ ସୀସାଗୁଳିଗୁଡ଼ିକ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ 6 ସେ:ମି: ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରୁଛନ୍ତି । ନଳୀଟିକୁ 200 ଥର ପାଇଁ ଏକାଦିକ୍ରମେ ଏପରି ଭାବରେ ଓଲଟାଇ ଦିଆଗଲା ଯେ ଗୋଟିଏ ଥର ତା'ର ଉପରମୁଣ୍ଡ ତଳଆଡ଼କୁ ହେବା ବେଳେ, ପରବର୍ତ୍ତୀ ଥରକ ତା'ର ତଳମୁଣ୍ଡ ଉପର ଆଡ଼କୁ ହୋଇଗଲା । ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ଏପରି ଭାବରେ ସମ୍ପାଦନ କରାଯିବା ପରେ ଦେଖାଗଲାଯେ ସୀସାଗୁଳିଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାରେ $1{\cdot}4°C$ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିଛି । ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର (ସୀସାର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ $=0{\cdot}03$) ।

[ଉ: $4{\cdot}2\times10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ]

10. 2000 କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଉଲ୍‌କା ସେକେଣ୍ଡ ପ୍ରତି 1000 ମିଟର ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇ ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ପତିତ ହେଲା । ଯଦି ତା'ର ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁଁ କେତେ କାଲୋରୀ ତାପ ଜାତ ହେଲା ? ($J=4{\cdot}19\times10^7$ ଏର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ ।)

[ଉ: 2.4×10^8 କାଲୋରୀ]

11. 15°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ସୀସା ପେଣ୍ଡୁକୁ ଗୋଟିଏ ଉଡାଜାହାଜ ଉପରୁ ତଳକୁ ଖସାଇ ଦିଆଗଲା । ଏହା ଭୂମି ସହିତ ଧକ୍‌କା ଖାଇବା ପରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ତରଳି ଗଲା । ଯଦି ଏହାର ସମସ୍ତ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ତାପଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଯାଇଥାଏ ତାହାହେଲେ ପେଣ୍ଡୁଟିକୁ ନିମ୍ନଗାମୀ କରାଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଭୂପୃଷ୍ଠଠାରୁ ଉଡାଜାହାଜର ଉଚ୍ଚତା କେତେ ହୋଇଥିଲା ? [ସୀସାର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ $=0{\cdot}03$ । ସୀସାର ଗଳନାଙ୍କ $=335°C$, ସୀସାର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ $=5{\cdot}37$ କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍]

[ଉ: $6{\cdot}4\times10^5$ ସେ: ମି:]

12. 20°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ସୀସାଗୁଳି କେତେ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇ ଗୋଟିଏ ଲୌହ ନିର୍ମିତ ବସ୍ତୁସହ ଧକ୍‌କା ଖାଇଲେ ଉପଜାତ ହେଉଥିବା ତାପଦ୍ୱାରା ସୀସାଗୁଳିଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ତରଳିଯିବ ? [ସୀସାର ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ $=0{\cdot}032$, ସୀସାର ଗଳନାଙ୍କ $=335°C$ । ସୀସାର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ $=5{\cdot}4$ କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍]

[ଉ: 360 ମିଟର/ସେକେଣ୍ଡ]

13. 0·095 ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଏକ ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ହୋଇଥିବା 122 ଗ୍ରାମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ କାଲୋରୀମିଟରରେ 0·5 ଆପେକ୍ଷିକ ତାପ ବିଶିଷ୍ଟ 1680 ଗ୍ରାମ୍ ଆନିଲିନ୍ ରଖାଯାଇଛି । ପ୍ରଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିବା ବଳଯୁଗଳର ବଳ-ଘୂର୍ଣ୍ଣ (moment of the couple)ର ପରିମାଣ 10^8 ଡାଇନ/ସେ: ମି: ଲଗାଇ କାଲୋରୀମିଟର ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ମନ୍ଥକଟିକୁ 450 ଥର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ଘୂରାଇ ଦେବାରୁ ଦେଖାଯାଉଛି ଯେ ଆନିଲିନର ତାପମାତ୍ରା ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା 1·2°C ବଢ଼ିଯାଉଛି । ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

[ଉ: $4{\cdot}4 \times 10^7$ ଅର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ (ପ୍ରାୟ)]

14. 0°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବରଫଖଣ୍ଡ କେତେ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହୋଇ କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠଦେଶରେ ଧକ୍କା ଖାଇଲେ, ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ତାପଦ୍ୱାରା ଜଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଯିବ ? [ବରଫର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ =80 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ ଓ $J=4{\cdot}2 \times 10^7$ ଅର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ]

[ଉ: 820 ମି:/ସେକେଣ୍ଡ]

15. ନାଏଗ୍ରା ଜଳ ପ୍ରପାତର ଉଚ୍ଚତା ହେଉଛି 50 ମିଟର । ଏହି ଜଳ ପ୍ରପାତର ଉପରି ଭାଗରେ ଓ ନିମ୍ନଦେଶରେ ଥିବା ଜଳର ତାପମାତ୍ରାର ପ୍ରଭେଦ ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

($J=4{\cdot}2 \times 10^7$ ଅର୍ଗ୍/କାଲୋରୀ)

[ଉ: 0·1165°C]

ଊନଚତ୍ୱାରିଂଶ ଅଧ୍ୟାୟ

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ

(Thermodynamics)

ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିକୁ ତାପଶକ୍ତିରେ ବା ତାପଶକ୍ତିକୁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିରେ ରୂପାନ୍ତର କରିବା ସମ୍ପର୍କରେ ଜ୍ଞାନଲାଭ ପାଇଁ ଆମେ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ (Thermodynamics) ଅଧ୍ୟୟନ କରିଥାଉଁ । ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ ହେଉଛି :

(i) ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତର ଘଟିବାବେଳେ ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ;

(ii) ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତର ପ୍ରକ୍ରିୟା କଦାପି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ (Reversible) ହୋଇ ନ ଥାଏ । ଉପରୋକ୍ତ ତତ୍ତ୍ୱଦ୍ୱୟକୁ ଭିତ୍ତିକରି ବୈଜ୍ଞାନିକ ଅନୁସନ୍ଧାନ ଦ୍ୱାରା ତାପବିଜ୍ଞାନ ବିକଶିତ ହେଉଛି । ପ୍ରୟୋଗିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତର ଘଟାଇ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଇଂଜିନକୁ ନିର୍ମାଣ କରିବା ପାଇଁ ଏହା ଆମକୁ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଜ୍ଞାନ ଯୋଗାଇ ଦେଉଛି ।

ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକରେ କେଉଁ ପ୍ରକାର ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଘଟିତ ହେଉଥିବାରୁ ତାପଶକ୍ତି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିକୁ ବା ଯାନ୍ତ୍ରିକଶକ୍ତି ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଉଛି ? ତାପମାତ୍ରା ମାପିବାର 'ପରମ ତାପମାତ୍ରା' (Absolute temperature) ଶୀର୍ଷକ ଗୋଟିଏ ମାନକୁ ସଂସ୍ଥାପିତ କରିଦେବା ପାଇଁ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଅଧ୍ୟୟନ ଆମକୁ କିପରି-ଭାବରେ ସାହାଯ୍ୟ କରି ପାରୁଛି ? ତାପ ଇଂଜିନ୍ (Heat engine) ଗୁଡ଼ିକର (ରେଫ୍ରିଜରେଟର ସମେତ) ଦକ୍ଷତା (Efficiency) ତାପମାତ୍ରା ସହ କିପରିଭାବରେ ସମ୍ପୃକ୍ତ ହୋଇଛି ? ପଦାର୍ଥର ଆଣବିକ ଗତିତତ୍ତ୍ୱ (Kinetic theory of matter) ଆଲୋଚନା ବେଳେ ବୁଝାଇ ଦିଆଯାଇଛି ଯେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକକୁ ଇତସ୍ତତଃ (ତାପୀୟ) ଗତିଯୋଗୁଁ ପଦାର୍ଥଠାରେ ଯେଉଁ ଗତିଶକ୍ତି ଉଦ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ, ତାହାହିଁ ତା'ର ତାପ । ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ବିକ୍ଷିପ୍ତତା (Randomness)କୁ ମାପିବା ପାଇଁ ଆମେ କିପରିଭାବରେ ଗୋଟିଏ ଭୌତିକ ରାଶିର (ଏଣ୍ଟ୍ରୋପି) ସଂଜ୍ଞା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରି ପାରିବା ? ଗତାନୁଗତିକ ହୋଇ ନ ଥିବାରୁ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଉତ୍ସରୁ ଭବିଷ୍ୟତରେ ଶକ୍ତି ଆଦାୟ କରିବା ପାଇଁ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା ଆମକୁ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଜ୍ଞାନ ଯୋଗାଇ ପାରୁଛି କି ?

39.1 ତାପଗତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାବଳି (Thermodynamic Processes) :

କୌଣସି ଏକ ସଂସ୍ଥିତି (System) ଯାନ୍ତ୍ରିକ, ତାପୀୟ ଓ ରାସାୟନିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥିବା ବେଳେ ତାହାର ଏପରି ଅବସ୍ଥାକୁ ବିଜ୍ଞାନ ଭାଷାରେ **ତାପଗତିକ ସଂତୁଳନ** (Thermodynamic equilibrium) କହନ୍ତି । ଏପରି ଏକ ସଂସ୍ଥିତିର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ

ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ଏପରି ଏକ ସଂସ୍ଥିତି ଓ ପାରିପାର୍ଶ୍ୱିକ ପରିସ୍ଥିତି ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳମଧ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏହାର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଗଠନରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ହୁଏ ଏବଂ କୌଣସି ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁ ଏହାର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ସଂଘଟିତ ହେଉଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟ ଶୂନ୍ୟ ହୁଏ । କୌଣସି ଏକ ସଂସ୍ଥିତି 'ତାପଗତିଜ ସନ୍ତୁଳନ' ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ମୂଲ୍ୟ ଆକାରରେ ଆମେ ଯେଉଁ କେତୋଟି ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକର ଅବସ୍ଥା ସମ୍ପର୍କରେ ସବିଶେଷ ସୂଚନା ପ୍ରଦାନ କରିଥାଉ, ବିଜ୍ଞାନର ଭାଷାରେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଅବସ୍ଥାର ଚଳରାଶି (Veriables of state) କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂଘଟିତ ହେବାଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଏକ ସଂସ୍ଥିତିର ଉଲ୍ଲିଖିତ ଚଳରାଶି ଗୁଡ଼ିକରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସଂଘଟିତ ହୁଏ, ତାହାକୁ **ତାପଗତିଜ ପ୍ରକ୍ରିୟା** (Thermodynamic process) ବା **ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନ** (Change of state) କହନ୍ତି । ମାତ୍ର ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ଭାଷାରେ '**କଳାର ପରିବର୍ତ୍ତନ**' (Change of phase) କହିବା ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ଭୌତିକ ଆକାରରେ ଘଟୁଥିବା କୌଣସି ଏକପ୍ରକାର ମୌଳିକ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ । ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ତରଳାବସ୍ଥାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟାବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଗଲେ ବା ଏକପ୍ରକାର ସ୍ଫଟିକୀୟ ଅବସ୍ଥାରୁ ଆଉ ଏକ ପ୍ରକାର ସ୍ଫଟିକୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଗଲେ, ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମେ କହିବା ଯେ 'କଳାର ପରିବର୍ତ୍ତନ' ଘଟିଛି ।

ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାଟି ସମୟାନୁକ୍ରମେ ନିଜ ଅବସ୍ଥାରେ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ଧାବିତ ହୋଇପାରେ, ତାହାକୁ **ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା** (Reversible process) କହନ୍ତି । ବାସ୍ତବ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ କୌଣସି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବରେ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା କୁହାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ମାତ୍ର ମନ୍ଥର ବେଗରେ ସମାହିତ ହୋଇଥିବା କେତେ ପ୍ରକାର ପ୍ରକ୍ରିୟାଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରାୟୋଗିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରିଛନ୍ତି ।

ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ର ମନ୍ଥର ସମ୍ପୀଡ଼ନକୁ ପ୍ରାୟୋଗିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଛି । ଯଦି ସମ୍ପୀଡ଼ନ ବଳକୁ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣରେ କମାଇ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଦେଖାଯାଏ ସେ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ଟି ପ୍ରସାରିତ ହେଉଛି ଏବଂ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଏହା ଯେଉଁ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରି ପାରୁଛି, ତାର ପରିମାଣ ତାହାକୁ ସମ୍ପୀଡ଼ିତ କରିଦେବା ପାଇଁ ସମ୍ପାଦନ କରାଯାଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ । ଗୋଟିଏ ରୋଧିତ ପାତ୍ର (Insulated container)ରେ ରଖାଯାଇଥିବା କୌଣସି ଏକ ପଦାର୍ଥର ମନ୍ଥର ବାଷ୍ପୀକରଣ ଘଟିବାର ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରାୟୋଗିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ଏକ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । କାରଣ, ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସାମାନ୍ୟ କମାଇ ଦିଆଯାଇ ଘନୀଭବନ ଘଟାଇବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ପିଷ୍ଟନ୍ ଉପରେ ଆରୋପିତ ହୋଇଥିବା ବଳକୁ ସାମାନ୍ୟ କମାଇ ଦେଲେ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ସମ୍ପୀଡ଼ନ ପ୍ରସାରଣକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ଏପରି ଏକ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ।

ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ନୁହେଁ, ତାହାକୁ ଅପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ସମସ୍ତ ପ୍ରକ୍ରିୟାଗୁଡ଼ିକ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ଘର୍ଷଣ ବଳଜାତ ହୁଏ ଏବଂ ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାଗୁଡ଼ିକ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପ୍ରତିରୋଧରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ, ସେହି ସମସ୍ତ

ପ୍ରକ୍ରିୟାଗୁଡ଼ିକ ସ୍ୱଭାବସିଦ୍ଧ ଭାବରେ ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା । ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟିବା ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ଏକ ଉତ୍କୃଷ୍ଟ ଉଦାହରଣ । ନିମ୍ନରେ ବର୍ଣ୍ଣିତ ହୋଇଥିବା ଅଭିକ୍ରିୟାଟିରେ ଗୋଟିଏ ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମ୍ପର୍କରେ ସୂଚନା ଦିଆଯାଇଛି । ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପର ଉପସ୍ଥିତିରେ ବାୟୁ ଧାରଣ କରିଥିବା ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍କକୁ ଗୋଟିଏ ନଳୀ ଓ ଗୋଟିଏ ଅବରୋଧକାରୀ ଠିପି (Stop cock) ସାହାଯ୍ୟରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍କସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଉ । ଶେଷୋକ୍ତ ଫ୍ଲାସ୍କଟିକୁ ପୂର୍ବରୁ ବାୟୁଶୂନ୍ୟ କରି ଦିଆଯାଉ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଅବରୋଧକାରୀ ଠିପିଟିକୁ ଖୋଲିଦେବା ଦ୍ୱାରା ବାୟୁ ନଳୀବାଟେ ବାୟୁଧାରିତ ଫ୍ଲାସ୍କରୁ ବାୟୁଶୂନ୍ୟ ଫ୍ଲାସ୍କ ଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହେବ । ଯେତେବେଳେ ଉଭୟ ଫ୍ଲାସ୍କରେ ଚାପର ପରିମାଣ ପରସ୍ପର ସହ ସମାନ ହୋଇଯିବ, ସେତେବେଳେ ବାୟୁର ପ୍ରବାହ ସ୍ୱତଃ ବନ୍ଦ ହୋଇଯିବ । ଏପରି ଭାବରେ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯିବା ବେଳେ ବାୟୁ କୌଣସି ବାହ୍ୟକାର୍ଯ୍ୟ (External work) ସମ୍ପାଦନ କରିପାରୁ ନାହିଁ । ତଥାପି ବର୍ତ୍ତମାନ ବାହ୍ୟବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରା ନ ଗଲେ ଦ୍ୱିତୀୟ ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରକୁ ଚାଲିଆସିଥିବା ବାୟୁ ପ୍ରଥମ ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରକୁ ପୁନର୍ବାର ଚାଲିଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ ବା ବାୟୁ ପ୍ରଥମ ଫ୍ଲାସ୍କଭିତରେ ନିଜର ପ୍ରାଥମିକ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିପାରିବ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଏହା ଏକ ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

ପରିବର୍ତ୍ତନଗୁଡ଼ିକ ପୁନଃ ପୁନଃ ଭାବରେ (Sucession of changes) ସଂଘଟିତ ହେବାଦ୍ୱାରା ଯଦି କୌଣସି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ବା ସଂସ୍ଥିତି ଶେଷକୁ ତାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ସେପରି ପୁନଃ ପୁନଃ ଭାବରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଚକ୍ର ବା ଆବର୍ତ୍ତନ (Cycle) କହନ୍ତି । ଯେଉଁ ଚକ୍ରର ସମସ୍ତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ଚକ୍ର (Reversible cycle) କହନ୍ତି ।

39·2 ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମ (First law of thermodynamics) :

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଲେ, ତା'ର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି (Internal energy) ବଢିଯାଏ । ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତିରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ପାଏ ବା ତା'ର ଚାପରେ ବୃଦ୍ଧି ଘଟେ ଅଥବା ତା'ର କଳାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ । ପୁଣି ସମକାଳୀନ ପରିସ୍ଥିତିରେ ମନେକରାଯାଉ ଯେ ବସ୍ତୁଟି ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦନ (ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ଯୋଗୁଁ) କରୁଛି । ମନେକରାଯାଉ ଯେ, ପ୍ରଥମାବସ୍ଥାରେ ବସ୍ତୁର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ U_1 ଏବଂ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବାଦ୍ୱାରା ଏହାର ଅଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି U_2 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧିଲାଭ କରୁଛି ଓ ଇତ୍ୟବସରରେ ଏହା ଯେଉଁ ବାହ୍ୟକାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିଛି ତା'ର ତାପୀୟ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ (Heat equivalent)ର ମୂଲ୍ୟ W ହୋଇଛି । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ତାପର ପରିମାଣ,

$$Q=(U_2-U_1)+W \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

(1) ସମୀକରଣ ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ କୌଣସି ପ୍ରକାର ହିସାବ କଲାବେଳେ ସମୀକରଣସ୍ଥିତ ସମସ୍ତ ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ଏକ ପ୍ରକାର ଏକକ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରକାଶ କରିବା ବିଧେୟ । କୌଣସି ଏକ ସଂସ୍ଥିତି ଅଭ୍ୟନ୍ତରକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ତାପ (Q)ର ପ୍ରକାରକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ (Positive) କୁହାଯାଏ ଏବଂ କୌଣସି ଏକ ସଂସ୍ଥିତି ନିଜଠାରୁ ଶକ୍ତି ପରିତ୍ୟାଗ କରି ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରି ପାରିଲେ, ଉକ୍ତ କାର୍ଯ୍ୟ (W)ର ପ୍ରକାରକୁ ମଧ୍ୟ

ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ କୁହାଯାଏ । କେତେକ ମାନକ ସୂଚୀ ଅବସ୍ଥାରେ (Standard reference State) ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି (U)ର ମୂଲ୍ୟ ସେଚ୍ଛାକୃତ ଭାବରେ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରଯାଏ । ଏତଦ୍ୱାର ସଂହିତିଟି ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇଥିବାବେଳେ ତା'ର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି (U)ର ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟ ଆମେ ଜାଣିପାରୁ; କାରଣ ସଂହିତିର ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପର ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରିଦେବା ପାଇଁ ସମାହିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରକ୍ରିୟାଗୁଡ଼ିକ ନିମିତ୍ତ Q−Wର ମୂଲ୍ୟରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ ।

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମଟିର ସଂଜ୍ଞା :

ତାପ ଶକ୍ତି ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଉଥିବା ବେଳେ, ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକ ତାପ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଉଥିବା ବେଳେ, ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ (ଅର୍ଥାତ୍, ତାପ ଶକ୍ତି+ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଶକ୍ତି) ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମଟିକୁ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକର ରୂପାନ୍ତର ପ୍ରକ୍ରିୟା କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରୟୋଗ କରଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଛି । ଏପରି ବ୍ୟାପକଭାବରେ ଏହି ନିୟମଟିକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରଯିବା ବେଳେ ଏହାକୁ 'ଶକ୍ତିର ସଂରକ୍ଷଣ ସମ୍ପର୍କୀୟ ନିୟମ' (Law of conservation of energy) କୁହାଯାଏ । ଏହି ନିୟମାନୁଯାୟୀ ଗତିଜ ଶକ୍ତି, ମହାକର୍ଷଣୀୟ ବିଭବ ଶକ୍ତି (gravitational potential energy), ତାପ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି, ଚୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତି ଓ ରସାୟନିକ ଶକ୍ତି ପ୍ରଭୃତି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାରର ଶକ୍ତି ଆଉ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯିବା ବେଳେ ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ । ଶକ୍ତିର ସଂରକ୍ଷଣ ସମ୍ପର୍କୀୟ ନିୟମର ସତ୍ୟତା ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷଭାବରେ ପ୍ରମାଣ କରଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ମାତ୍ର, ଏହି ନିୟମାନୁଯାୟୀ ବିଭିନ୍ନ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତଗୁଡ଼ିକୁ ପରୀକ୍ଷାପ୍ରସୂତ ଫଳାଫଳ ଦ୍ୱାର ସତ୍ୟାପିତ କରଯିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଛି ।

ଗ୍ୟାସ୍‌ର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ (Specific heats of a gas) :

କାଲୋରୀମିତି ଅଧ୍ୟାୟରେ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ସମ୍ପର୍କରେ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ସୂଚନା ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି । ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଅଧ୍ୟୟନରେ ଗ୍ୟାସର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ ଏକ ବିଶେଷ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବାରୁ ଏଠାରେ ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଆଲୋଚନା କରି ବିଷୟବସ୍ତୁକୁ ବୋଧଗମ୍ୟ କରଇବା ନିମନ୍ତେ ପ୍ରୟାସ କରଯାଇଛି ।

କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ସେହି ଗ୍ୟାସକୁ ଅବରୋଧ କରିବାର ପ୍ରଣାଳୀ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଯଦି କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ତାହାକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଏହା କେବଳ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ । ଏହାକୁ ଆଣବିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି (molecular kinetic energy) କୁହାଯାଏ । ଏଥିରେ ଗ୍ୟାସଟିର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯାଏ । ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଏକ ଡିଗ୍ରୀ ବଢ଼ାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣକୁ ସେହି ଗ୍ୟାସର **ସ୍ଥିର ଆୟତନକ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ** (Specific heat at constant volume) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ C_v ଦ୍ୱାର ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ ।

କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ମଧ୍ୟରେ ରଖି ସିଲିଣ୍ଡରର ଉପରମୁଣ୍ଡରେ ଗୋଟିଏ ଚଳନକ୍ଷମ ପିଷ୍ଟନ ସ୍ଥାପନା କରଯାଉ । ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟିକୁ କୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନରେ ସ୍ଥିରଭାବରେ ରଖି ସିଲିଣ୍ଡର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଉ । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଲେ ତା'ର ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟି ଉପରଆଡ଼କୁ ଘୁଞ୍ଚି ଘୁଞ୍ଚି ଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିପାରେ । ତେଣୁ ତାପ ଏକାଧାରରେ ଦୁଇ ପ୍ରକାର କାର୍ଯ୍ୟ କରି ପାରେ ଯଥା : (1) ଏହା ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ତାର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ାଏ ଏବଂ (2) ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ନିମନ୍ତେ ଗ୍ୟାସକୁ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦିଏ । ଚାପ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଏକ ଡିଗ୍ରୀ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣକୁ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର **ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ** (Specific heat at constant pressure) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ C_p ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ ।

କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସର ଆୟତନକୁ ସ୍ଥିର ରଖି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବାଦ୍ୱାରା ତା'ର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ଯେତିକି ପରିମାଣରେ ବଢ଼ି ଯାଏ, ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପକୁ ସ୍ଥିର ରଖି ସମାନ ପରିମାଣର ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେବା ଦ୍ୱାରା ତାର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ସେତିକି ପରିମାଣରେ ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରେ । ତେଣୁ, କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ (C_p)ର ମୂଲ୍ୟ ତାର ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ (C_v)ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ; କାରଣ ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ଗ୍ୟାସ ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦନ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୁଏ ।

ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର C_p ଓ C_vର ଅନୁପାତକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ 'γ' ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ; ଅର୍ଥାତ୍ $\gamma = C_p / C_v$ । ବାୟୁ ଏବଂ ଉଦ୍‌ଜାନ, ଯବକ୍ଷାରଜାନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ପ୍ରଭୃତି ଦ୍ୱିପରମାଣୁକ (diatomic) ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର C_vର ମୂଲ୍ୟ 1·40 । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଗ୍ୟାସ୍‌ଗୁଡ଼ିକର γର ମୂଲ୍ୟ 1·00 ଓ 1·67 ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ।

ଗୋଟିଏ ପିଷ୍ଟନ୍ 'P' ପରିମିତ ଚାପର ଉପସ୍ଥିତିରେ ଯଦି 'S' ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ, ତାହାହେଲେ ତାଦ୍ୱାରା ସଂପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$W = FS = PAS$$

ମାତ୍ର, AS = ଗ୍ୟାସର ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ $= \triangle V$ ।

∴ ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ଗ୍ୟାସଦ୍ୱାରା ସଂପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ (W)ର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$W = P\triangle V \ldots\ldots (2)$$

ସଂଯୁକ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍ ନିୟମାନୁଯାୟୀ, $PV = nRT$

$$\text{ବା } P\triangle V = nR\triangle T \ldots\ldots (3)$$

(3) ସମୀକରଣରୁ $P\triangle V$ର ମୂଲ୍ୟକୁ (2) ସମୀକଣରେ ପ୍ରତିସ୍ଥାପିତ କରଯାଉ ।

$$\therefore \quad W = nR\triangle T \ldots\ldots (4)$$

(4) ସମୀକରଣରୁ Wର ମୂଲ୍ୟକୁ (1) ସମୀକରଣରେ ପ୍ରତିସ୍ଥାପିତ କରଯାଉ ।

$$\therefore \quad \triangle Q_p = \triangle V + nR\triangle T$$

ହିସାବରେ ସୁବିଧା ହେବା ସକାଶେ ବିଜ୍ଞାନର ଭାଷାରେ ମୋଲାର୍ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ (C) ନାମକ ଏକ ଭୌତିକ ରାଶିର ପ୍ରଚଳନ କରାଯାଇଛି । ଏକ ମୋଲ୍ ବା ଏକ ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଏକ ଡିଗ୍ରୀ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣକୁ **ମୋଲାର୍ ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ** (C) କୁହାଯାଏ ।

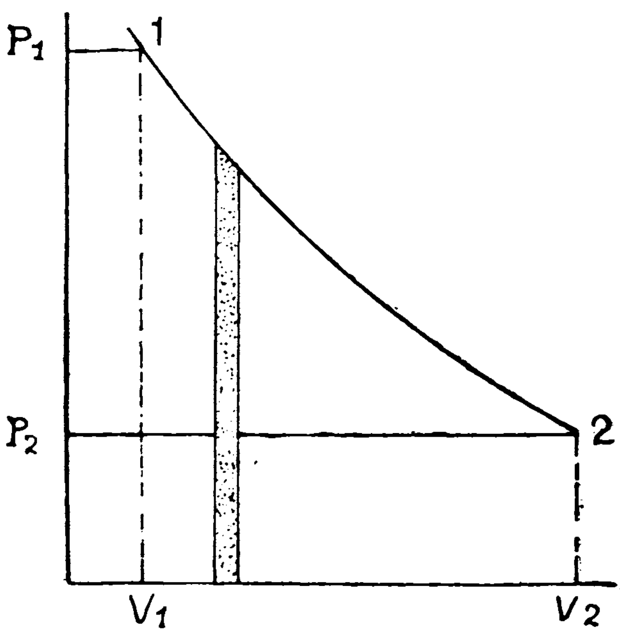
ତେଣୁ, $$C_p = \frac{1}{n}\frac{\triangle Q_p}{\triangle T} = \frac{1}{n}\frac{\triangle U}{\triangle T} + \frac{nR}{n}\frac{\triangle T}{\triangle T} = \frac{1}{n}\frac{\triangle U}{\triangle T} + R;$$

ଓ $$C_v = \frac{1}{n}\frac{\triangle Q_v}{\triangle T} = \frac{1}{n}\frac{\triangle U}{\triangle T}$$

$$\therefore\ C_p = C_v + R \ \ldots\ldots\ldots (5)$$

ପ୍ରସାରଣକ୍ଷମ ଗ୍ୟାସ୍‌ଦ୍ୱାରା ସଂପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ (Work done dy expanding gas) :

ତାପକୁ କିପରି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବା କାର୍ଯ୍ୟରେ ପରିଣତ କରିହେବ ? ମନେକର ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ତାପ ଯୋଗାଇଲେ ତାହା ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ଏପରି ପ୍ରସାରଣକ୍ଷମ



(ଚିତ୍ର 262)

ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିପାରେ । ଉତ୍ତପ୍ତ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅବସ୍ଥାକୁ ଚିତ୍ର 262 ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି ଏବଂ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯିବା ପରେ ଏହାର ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥାକୁ ଚିତ୍ର ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଗ୍ୟାସ୍‌ର ସାମୂହିକ ପ୍ରସାରଣକୁ ଆମେ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର ପ୍ରସାରଣଗୁଡ଼ିକର ସମଷ୍ଟିରୂପେ ବିଗ୍ରହ କରି ପାରିବା । ଚିତ୍ର 262ର ରେଖାଙ୍କିତ ଅଂଚଳଟି ଏପରି ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର ପ୍ରସାରଣଟିକୁ ଦର୍ଶାଇ ଦେଉଛି । ଆମେ ଧରିନେବା ଯେ ଏପରି ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର ପ୍ରସାରଣ ସ୍ଥିରଚାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ସଂଘଟିତ ହେଉଛି । କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର ପ୍ରସାରଣ ହେତୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ଯେଉଁ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ($\triangle W$) ସମ୍ପାଦନ କରିପାରୁଛି, (2) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ତା'ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $P\triangle V$ । ତେଣୁ ସାମୂହିକ ପ୍ରସାରଣ ହେତୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ଯେଉଁ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ (W) ସମ୍ପାଦନ କରିପାରୁଛି, ତାର ମୂଲ୍ୟ ସମସ୍ତ ଭୂଲମ୍ବ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର (vertical elements) କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ସମଷ୍ଟି ସହ ସମାନ ହେବ ।

ଅର୍ଥାତ, $$W=\sum_{V_1}^{V_2} P\triangle V\ldots\ldots(6)$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ମୁଖ୍ୟତଃ ତିନିଟି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପ୍ରସାରଣ ହେତୁ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ଜ୍ଞାନ ଅର୍ଜନ କରିବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ।

କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ଯଦି ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତାହାର ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ **ସମୋଷ୍ମ ପ୍ରସାରଣ** (isothermal expansion) କହନ୍ତି । ସମୋଷ୍ମଭାବରେ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ପାଇଁ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍ ନିୟମ (ideal gas Law)ଟିକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବରେ ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ :

$PV=nRT=$ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ.......(7)

$\therefore$ ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ, $\triangle W=P\triangle V=nRT_1 \dfrac{\triangle V}{V}\ldots\ldots(8)$

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, ଲଗାରିଥ୍‌ମୀୟ ସନ୍ନିକଟମାନ (Logarithmic approximation) ଅନୁଯାୟୀ,

$$\triangle(\log x) = \frac{\triangle x}{x}$$

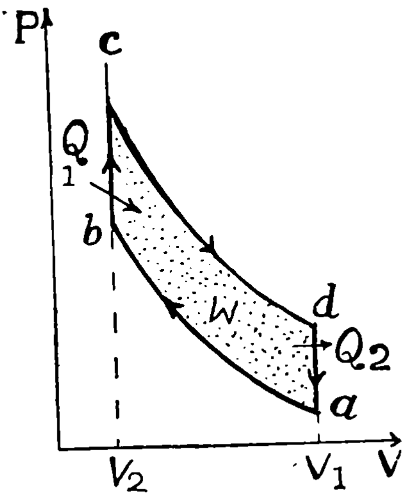
ତେଣୁ (8) ସମୀକରଟିକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ମାର୍ଗରେ ଲେଖାଯାଇ ପାରିବ :

$\triangle W=nRT_1 \triangle (\log V)\ldots\ldots(9)$

n ମୋଲ୍ (ବା n ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁ) ଧାରିତ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ T_1 ଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ପ୍ରସାରିତ ହେବାଦ୍ୱାରା ଯଦି ତା'ର ଆୟତନ V_1 ଠାରୁ V_2 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ଲାଭ କରେ, ତାହାହେଲେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ (W)ର ପରିମାଣ ହେବ,

$$W=nRT_1 \log\frac{V_2}{V_1}=2{\cdot}303RT_1 \log \frac{V_2}{V_1}\ldots\ldots(10)$$

ବାହ୍ୟ ପରିବେଶରୁ ତାପ ସଂଗ୍ରହ ନ କରି ବା ବାହ୍ୟ ପରିବେଶକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ନ ଦେଇ ଯଦି କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ତା'ର ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ ସମତାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ (adiabatic expansion) କୁହାଯାଏ । V ଓ P ଚଳଦ୍ୱୟ (Variables)ରେ $\triangle V$ ଓ $\triangle P$ ପରିମାଣର ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବାରୁ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅବସ୍ଥାରେ କେଉଁପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଛି, ତାହା ଚିତ୍ର 262 ରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏଠାରେ $\triangle V$ $\triangle P$ ଉଭୟେ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ହୋଇ ପାରନ୍ତି । ମାତ୍ର $\triangle V$ ଓ $\triangle P$ର ମୂଲ୍ୟ ଯଥାକ୍ରମେ V ଓ P ଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍ । ଗ୍ୟାସର ଅବସ୍ଥାରେ ଘଟୁଥିବା ଏପରି ପରିବର୍ତ୍ତନ ସମ୍ପର୍କରେ ବୁଝାଇ ଦେବାପାଇଁ ଆମେ ସ୍ୱେଚ୍ଛାକୃତଭାବରେ ବିଚାର କରି ପାରିବା ଯେ ପ୍ରଥମେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଛି ଏବଂ ଏପରି ଘଟିବା ପରେ ଏହା ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଉଛି ।



(କ)

(ଚିତ୍ର 262)

ଗ୍ୟାସଟିର ସ୍ଥିରଚାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ହେତୁ, ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ,

$$\frac{\triangle V}{V}=\frac{\triangle T_p}{T}\ldots\ldots(11)$$

ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ବୃଦ୍ଧିକୁ $\triangle T_p$ ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ସଂଚରିତ ହୋଇଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$\triangle Q_p = nC_p \triangle T_p \ldots\ldots (12)$$

ଏହାପରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ହେତୁ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ

$$\frac{\triangle P}{P}=\frac{\triangle T_v}{T+\triangle T_p}\ldots\ldots(13)$$

ସ୍ଥିର ଆୟତନିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସର ତାପମାତ୍ରାରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ $\triangle T_v$ ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

T ଠାରୁ $\triangle T_p$ ର ମୂଲ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହେଉଥିବାରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ମନେକରଯାଉ ଯେ $\triangle T_p$ କୁ ହିସାବକୁ ନ ନେଲେ ଫଳାଫଳରେ ବିଶେଷ ତ୍ରୁଟି ପରିଲକ୍ଷିତ ହେବ ନାହିଁ ।

ଅର୍ଥାତ୍, $T+\triangle T_p = T$ ।

$\therefore$ (13) ସମୀକରଣଟିକୁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭବରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇ ପାରିବ ।

$$\frac{\triangle P}{P} = \frac{\triangle T_v}{T} \quad \text{......... (14)}$$

ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ସଂଚରିତ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$\triangle Q_v = nC_v \triangle T_v \quad \text{......(15)}$$

ସ୍ଥିର ଗ୍ରୂପୀୟ ଭବରେ ଓ ତତ୍‌ପରେ ସ୍ଥିର ଆୟତନିକଭବରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ସଂଚରିତ ହେଉଥିବା ମୋଟ ତାପ (Q)ର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$\triangle Q = \triangle Q_p + \triangle Q_v = n(C_p \triangle T_p + C_v \triangle T_v) \quad \text{...... (16)}$$

ବା, $$\frac{\triangle Q}{T} = n \left(C_p \frac{\triangle T_p}{T} + C_v \frac{\triangle T_v}{T} \right) \quad \text{...... (17)}$$

(11) ଓ (14) ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ,

$$\frac{\triangle Q}{nT} = C_p \frac{\triangle V}{V} + C_v \frac{\triangle P}{P} \quad \text{......... (18)}$$

ସମତାପୀୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ, $\triangle Q = 0$ । ବର୍ତ୍ତମାନ $\frac{C_p}{C_v}$ କୁ 'γ' ଦ୍ୱାର ସୂଚାଇ ଦିଆଯିବା ଦ୍ୱାର ଏବଂ (18) ସମୀକରଣର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱକୁ C_v ଦ୍ୱାର ଭଗ କରିଦେବା ଦ୍ୱାର ଜଣାପଡୁଛି ଯେ,

$$\frac{\triangle P}{P} + \gamma \frac{\triangle V}{V} = 0 \quad \text{......... (19)}$$

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ଲଗାରିଥିମୀୟ ସନ୍ନିକଟ ମାନ ଅନୁଯାୟୀ,

$$\triangle (\log x) = \frac{\triangle x}{x} \text{ ।}$$

$\therefore$ $\log P + \gamma \log V =$ ଏକ ସ୍ଥିରଙ୍କ .... (20)

ବା, $PV^{\gamma} =$ ଏକ ସ୍ଥିରଙ୍କ (21)

ସମତାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବାବେଳେ ତା'ର ଅବସ୍ଥାରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ (21) ସମୀକରଣଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ । (19) ସମୀକରଣ ମଧ୍ୟ ଦର୍ଶାଇ ଦେଉଛି ଯେ ସମତାପୀୟ ବକ୍ର (adiabatic curve) ଉପରିସ୍ଥ କୌଣସି ଏକ ବିନ୍ଦୁଠାରେ ନତିର (slope) ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ସମୋଷ୍ମ ବକ୍ର (isothermal curve) ଉପରିସ୍ଥ ସେହି ବିନ୍ଦୁଠାରେ ନତିର ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଅନୁପାତଟି ଗ୍ୟାସ୍‌ର 'γ'ର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରି ଦେଉଛି ।

ସମତାପୀୟ ଭବରେ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ,

$$W=mCv(T_1-T_2)\ldots\ldots\ldots (22)$$

ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ନିଜ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତିକୁ ବିନିଯୋଗ କରି ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରେ । ତେଣୁ ତା'ର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତିରେ ହ୍ରାସ ଘଟେ । ଏଥିପାଇଁ ବାହ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରୁଥିବାବେଳେ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟେ । ଏପରି ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ବେଳେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା T_1 ଠାରୁ ଅନ୍ତିମ ତାପମାତ୍ରା T_2 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯାଏ ଏବଂ ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ହିସାବ କରିବା ପାଇଁ ତାପମାତ୍ରାକୁ 'ପରମ ତାପମାତ୍ରା' (absolute temperature) ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ ନାହିଁ । ସାଧାରଣତଃ Cv କୁ ପ୍ରକାଶ କରିବା ପାଇଁ ଏପରି ଏକକ ପ୍ରଚଳିତ ହୁଏ ଯେ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ କାଲୋରୀ ବା B. Th. U. ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଚାପ-ଆୟତନ ବକ୍ର (pressure-volume curve) ଦ୍ୱାରା ସୀମିତ ହୋଇଥିବା ଅଂଚଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳରୁ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଉ ଥିବାରୁ, କାର୍ଯ୍ୟର ମୂଲ୍ୟକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ କରି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଏକକଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରିବାରେ ଅସୁବିଧା ହୁଏ ନାହିଁ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ 'ଜୋଲ୍' (J) ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ । ଏଥିପାଇଁ 'J' ବା 'ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତୁଲ୍ୟାଙ୍କ'ର ମୂଲ୍ୟକୁ ସଠିକ ଭବରେ ଉପସ୍ଥାପନା କରିବା ବିଧେୟ ।

ଚିତ୍ର 266 (ଖ) ରେ ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ପ୍ରସାରଣକୁ ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ସରଳରେଖା ଆକାରରେ ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ସରଳରେଖାର ନିମ୍ନ ଆଡ଼କୁ ଥିବା ସୀମିତ ଅଞ୍ଚଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଗ୍ୟାସଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରୁଛି ।

ଅର୍ଥାତ୍, $W=P(V_2-V_1)\ldots\ldots\ldots(23)$

ଗାଣିତକ ଉଦାହରଣ :

(1) ଦୁଇ ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁ ପରିମାଣର ଏକ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସକୁ ମନ୍ଥର ଭବରେ ସଙ୍କୋଚିତ କରଯାଇ ତାର ସମୋଷ୍ମ ପ୍ରସାରଣ ଘଟାଇ ଦିଆଯାଉଛି । ଏଥିପାଇଁ ତାର ତାପମାତ୍ରା 300°A ଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହୁଛି ଏବଂ ତାର ଆୟତନ 4 ଘନଫୁଟଠାରୁ 1 ଘନଫୁଟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯାଉଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଏହି ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି କେତେ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିପାରୁଛି ?

(10) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ,

$$W = 2{\cdot}30\ (2{\cdot}0\ \text{ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁ})\ [\ 8{\cdot}317\ \text{ଜୋଲ୍}/(\text{ଗ୍ରାମ୍ ଅଣୁ})\ (A^\circ)\ ] \times (300^\circ A) \log \tfrac{1}{2}$$

$$= -6900\ \text{ଜୋଲ୍}$$

ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚିହ୍ନଟି ଏଠାରେ ସୂଚାଇ ଦେଉଛି ଯେ ଗ୍ୟାସ ଉପରେ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ଏଜେଣ୍ଟଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରଯାଉଛି ।

(2) 15 ପାଉଣ୍ଡ/ବର୍ଗଇଞ୍ଚ ଚାପର ଉପସ୍ଥିତିରେ ବାୟୁର ଆୟତନ 5 ଘନଫୁଟ ହୋଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରଥମେ ଏହାକୁ ସମୋଷ୍ମ ଭବରେ ପ୍ରସାରିତ କରଯିବାରୁ ଏହାର ଚାପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପ ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଉଛି ଏବଂ ତତ୍‌ପରେ ଏହାକୁ ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଥଣ୍ଡା କରଯିବାରୁ ଏହା ନିଜର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଆୟତନ ଅଧିକାର କରି ପାରୁଛି । ଅବସ୍ଥାରେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇବା ପାଇଁ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି କେତେ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରି ପାରୁଛି ?

ପ୍ରସାରଣ ଘଟିବା ପରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ଆୟତନ (V_B) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଆମେ ବଏଲ୍-ନିୟମର ସାହାଯ୍ୟ ନେଇ ପାରିବା ।

$$V_B = \frac{P_A\ V_A}{P_B} = \frac{(15+14{\cdot}7)\ (144)\text{ପାଉଣ୍ଡ/ବର୍ଗଫୁଟ}\ (5{\cdot}0\ \text{ଘନଫୁଟ})}{(14{\cdot}7 \times 144)\ \text{ପାଉଣ୍ଡ/ବର୍ଗଫୁଟ}}$$

$$= 10\ \text{ଘନଫୁଟ}$$

ସମୋଷ୍ମ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ହେତୁ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ମୂଲ୍ୟ ଆମେ (10) ସମୀକରଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିବା ।

$$W_{AB} = PV \log \frac{V_B}{V_A}$$

$$= (14{\cdot}47 \times 144\ \text{ପାଉଣ୍ଡ/ବର୍ଗଫୁଟ} \times 10\ \text{ଘନଫୁଟ}\ \log \frac{10}{5}$$

$$= 15000\ \text{ଫୁଟ ପାଉଣ୍ଡ}$$ ।

ସ୍ଥିର ଚାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ ହେତୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବାବେଳେ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ମୂଲ୍ୟ ଆମେ (23) ସମୀକରଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିବା ।

$$W_{BC} = P_B\ (V_B - V_C)$$

$$= (14{\cdot}7 \times 144)\ \text{ପାଉଣ୍ଡ/ବର୍ଗଫୁଟ}\ (10-5)\ \text{ଘନଫୁଟ}$$

$$= 11000\ \text{ଫୁଟ ପାଉଣ୍ଡ}$$

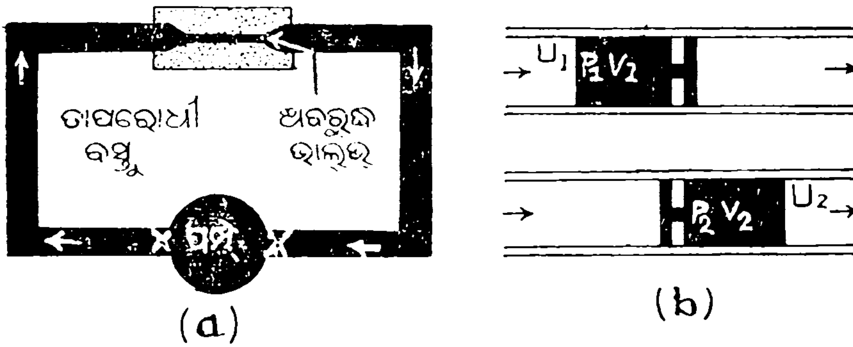
∴ ଗ୍ୟାସ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$W_{AC} = 15000 - 11000 = 4000\ \text{ଫୁଟ ପାଉଣ୍ଡ}$$ ।

ଅବରୁଦ୍ଧ ପ୍ରକ୍ରିୟା (Throttling Process) :

ଗ୍ୟାସ୍‌ସ୍ଥିତ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଥିବା ବଳ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଜ୍ଞାନ ଅର୍ଜନ କରିବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଜେମସ୍ ଜୋଲ୍ ଓ ଉଇଲିୟାମ୍ ଟମ୍‌ସନ୍ (ଲର୍ଡ୍ କେଲ୍‌ଭିନ୍)

ମିଳିତଭାବରେ ଏକ ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଗବେଷଣା ପରିଚାଳିତ କରିଥିଲେ । ସେମାନେ ଗୋଟିଏ ସଛିଦ୍ର ପ୍ଲଗ୍ ଭିତର ଦେଇ ଗ୍ୟାସର ଅବରୁଦ୍ଧ ପ୍ରସାରଣ (Throttled expansion) ଘଟାଇଥିଲେ । ମନେକର ପମ୍ପ ବଳରେ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଚିତ୍ର 263(a)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ତୀରଙ୍କିତ ମାର୍ଗରେ ଖେଳାଇ ଦିଆଗଲା । ଚିତ୍ର 263(b)ରେ ରେଖାଚ୍ଛାଦିତ ଅଂଶଗୁଡ଼ିକ କାଳ୍ପନିକ ପିଷ୍ଟନଗୁଡ଼ିକ ଭିତରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଛନ୍ତି । ବିଷୟ-ବସ୍ତୁକୁ ବୋଧଗମ୍ୟ କରାଇଦେବା ନିମନ୍ତେ ଶେଷୋକ୍ତ ଚିତ୍ରଟିକୁ ଅଙ୍କନ କରାଯାଇଛି ।



(ଚିତ୍ର 263)

ଅବରୁଦ୍ଧ ଭଲ୍‌ଭ୍ ବା ପ୍ଲଗ୍ ଭିତର ଦେଇ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ଗତି କରୁଥିବା ବେଳେ, ସେହି ଗତିଶୀଳ ଗ୍ୟାସର ପଶ୍ଚାତ୍ ଭାଗରେ ଉଚ୍ଚ ଚାପଧାରିତ ପାର୍ଶ୍ୱ ଆଡ଼କୁ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ (Chosen sample) ଉପରେ $P_1 V_1$ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରି ପାରୁଛି । ଭଲ୍‌ଭ୍ ଭିତର ଦେଇ ଗତିଶୀଳ ହେଉଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ତାର ସମ୍ମୁଖଭାଗରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଉପରେ $P_2 V_2$ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରି ପାରୁଛି । ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପ୍ରସାରଣ ଗୋଟିଏ ତାପରୋଧୀ ପ୍ରକୋଷ୍ଠରେ (Thermally insulated chamber) ସଂଘଟିତ ହେଉଛି । ତେଣୁ, ତାପଗତିବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$$Q=(U_2-U_1)+W=0$$

ମାତ୍ର, ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟ (W)ର ପରିମାଣ,

$$W=P_2V_2-P_1V_1$$

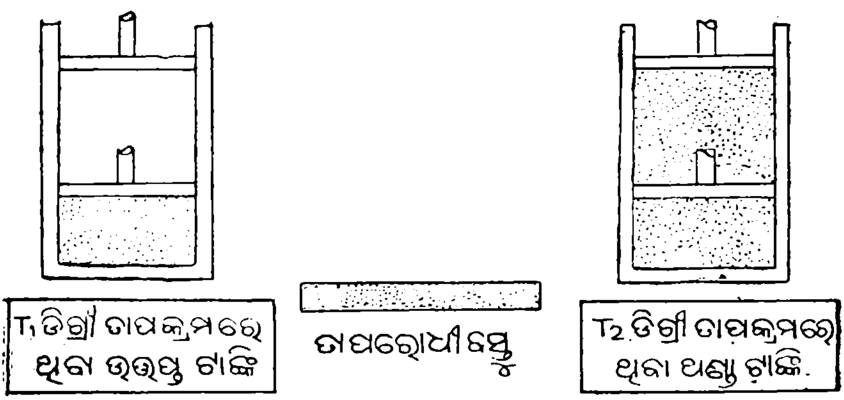
$$\therefore\ U_1+P_1V_1=U_2+P_2V_2=\text{ଏକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ} \quad \dots\dots\dots\dots (24)$$

ସମସ୍ତ ପ୍ରକାରର ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ବାଷ୍ପ ଯାନ୍ତ୍ରିକୀ (Steam engineering) ଓ ଶୀତଳୀକରଣ (refrigeration) ସମ୍ପର୍କରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିବାବେଳେ ଆମେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣଟିର ପ୍ରାଧାନ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ସଚେତନ ହେଉ । U+PVକୁ ବିଜ୍ଞାନର ଭାଷାରେ 'ଏନ୍‌ଥାଲ୍‌ପି' (Enthalpy) କୁହାଯାଏ । ବାଷ୍ପ ଓ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଶୀତଳୀକାରକ ବସ୍ତୁପାଇଁ ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପ୍ରତି ଏନଥାଲ୍‌ପିର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଛି । ମୁଖ୍ୟତଃ ଅବରୁଦ୍ଧ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମାହିତ ହେଉଥିବା ଯୋଗୁଁ ହିଁ ଗୋଟିଏ ପ୍ରଶୀତକ (refrigerator) ସ୍ୱକର୍ତ୍ତବ୍ୟ ତୁଲାଇବାକୁ ସମର୍ଥ ହୁଏ । ଅବରୁଦ୍ଧ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁ ହିଁ ଶୀତଳୀକରଣ ପାଇଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଆବଶ୍ୟକ

ପରିମାଣର ହ୍ରାସ ଘଟାଇବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଅବରୁଦ୍ଧ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମାହିତ ହେବା ଦ୍ୱାରା ତରଳ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରାରେ ହ୍ରାସ ଘଟେ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର ଆଂଶିକ ବାଷ୍ପୀକରଣ ମଧ୍ୟ ଘଟିଥାଏ । କିନ୍ତୁ ଜୋଲ୍-ଟମ୍ସନ୍ ପ୍ରସାରଣ (Joule-Thomsen expansion) ହେତୁ କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ଥଣ୍ଡା ହୋଇ ଯାଇପାରେ ବା ଗରମ ହୋଇ ଯାଇପାରେ । ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ଥଣ୍ଡା ହେବ କି ଗରମ ହେବ, ତାହା ପର ପ୍ରକୃତି ଏବଂ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଯଦି ଜୋଲ୍-ଟମସନ୍ ପ୍ରସାରଣ ହେତୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ଥଣ୍ଡା ହୋଇ ଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଏ ସମ୍ପର୍କରେ ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣ ପ୍ରଦାନ କରିବା ନିମିତ୍ତ କୁହାଯାଏ ଯେ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳଗୁଡ଼ିକ ବିରୋଧରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବାରୁ ଏପରି ଘଟିବା ସମ୍ଭବ ହୋଇଛି । ଯଦି ଏପରି ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ହେତୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ଗରମ ହୋଇଯାଏ, ତାହାହେଲେ ଏହି ଘଟଣା ସମ୍ପର୍କରେ ବୁଝାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆମେ ଅବରୁଦ୍ଧ ଭଲ୍‌ଭ୍ ଭିତର ଦେଇ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ଗତିଶୀଳ ହେଉଥିବାବେଳେ PV ମୂଲ୍ୟରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରୁ । ଠିକ୍ ଭଲ୍‌ଭ୍ ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ଗ୍ୟାସ୍ ଉପରେ ଯେଉଁ P_1V_1 ପରିମିତ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରା-ଯାଏ ତାର ମୂଲ୍ୟ ଭଲ୍‌ଭ୍ ଭିତରୁ ବାହାରି ଆସି ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ସମ୍ପାଦନ କରୁଥିବା P_2V_2 ପରିମିତ କାର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇ ପାରେ ।

କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ର (Carnot Cycle) :

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ ଶାସ୍ତ୍ରକୁ ସମୃଦ୍ଧ କରିବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ତଥା ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ତାପ ଇଞ୍ଜିନ୍‌କୁ ନମୁନାରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ଏହି ଇଞ୍ଜିନ୍‌ଟି ଯେଉଁ ଅନୁକ୍ରମରେ ସମୋଷ୍ମ ଓ ସମତାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବାଦ୍ୱାରା ସ୍ୱକାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରି ପାରୁଥିଲା, ତାହାକୁ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ର କୁହାଯାଏ । କାର୍ଣ୍ଣୋଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପରିକଳ୍ପିତ ହୋଇଥିବା ଇଂଜିନ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଚିତ୍ର 264 ରେ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

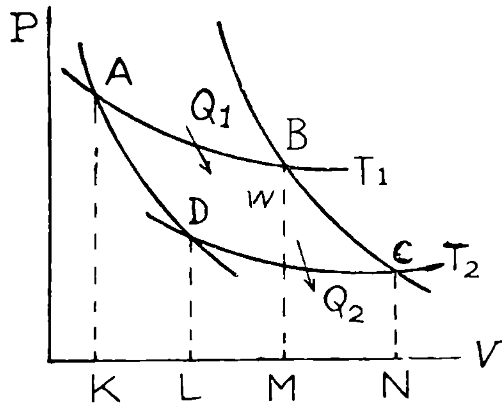


(ଚିତ୍ର264)

ଗୋଟିଏ ପିଷ୍ଟନ୍ ଖଚିତ ସିଲିଣ୍ଡରଦ୍ୱାରା ଏପରି ଏକ ଇଂଜିନ୍ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଇ ପାରିବ । ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଯିବାଦ୍ୱାରା ଓ ଚାପ କମିଯିବାଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି, ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ସିଲିଣ୍ଡର ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଇ

ପାରେ । ଏଠାରେ ଆମେ ମନେ କରିବା ଯେ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ହିଁ ଏହି ଇଂଜିନରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁ (Working substance)ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଛି ।

ଚିତ୍ର 265ରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁଟିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାକୁ 'A' ବିନ୍ଦୁଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ସର୍ବପ୍ରଥମେ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟିକୁ $T_1°$ ତାପମାତ୍ରାରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ ତାପ ଉତ୍ସ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଅଣାଯାଉଛି । ଏତଦ୍ୱାରା ସିଲିଣ୍ଡର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଥିବା ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟି ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ $T_1°$ ଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖିବା ପୂର୍ବକ Q_1 ପରିମିତ ତାପ ଶୋଷଣ କରି ନେଉଛି । ଉପସ୍ଥିତ ପରିସ୍ଥିତିରେ ଗ୍ୟାସର ଅବସ୍ଥାରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଏକ ସମୋଷ୍ମ ବକ୍ର (AB) ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ତତ୍‌ପରେ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟିକୁ ଏକ ରୋଧିତ (insulated) ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଇ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପ୍ରସାରଣକୁ ଅବ୍ୟାହତ ରଖାଯାଉଛି । ଏପରି ପରିସ୍ଥିତିରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ସମତାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଛି ଏବଂ ତାର ତାପମାତ୍ରା $T_1°$ ଠାରୁ $T_2°$ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମିଯାଉଛି । ଉପସ୍ଥିତ



(ଚିତ୍ର 265)

ପରିସ୍ଥିତିରେ ଗ୍ୟାସର ଅବସ୍ଥାରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଚିତ୍ର 265ରେ ଏକ ସମତାପୀୟ ବକ୍ର (BC) ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହାପରେ ସିଲିଣ୍ଡରଟିକୁ $T_2°$ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଉତ୍ସ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଅଣାଯାଉଛି ଏବଂ ଏହାକୁ ସମୋଷ୍ମ ଭାବରେ CD ଦିଗକୁ ସଂପୀଡ଼ିତ କରି ଦିଆଯାଉଛି । ସଂପୀଡ଼ନ ହେତୁ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସ ଯେଉଁ ତାପ (Q_2) ଉତ୍ପନ୍ନ କରୁଛି, ତାହା ଶୀତକଉତ୍ସ ବା ସିଙ୍କ (Sink) ଆଡ଼କୁ ସଂଚରିତ ହୋଇଯାଇଛି । ଏଥି ଉତ୍ତାରୁ ଶେଷଥର ପାଇଁ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ଟିକୁ ରୋଧିତ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଉଛି ଏବଂ ତନ୍ମଧ୍ୟସ୍ଥ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ସମତାପୀୟ ଭାବରେ DA ଦିଗକୁ ସଂପୀଡ଼ିତ କରି ଦିଆଯାଉଛି । ଏପରି କରି ଦେବାରୁ ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସଟିର ତାପମାତ୍ରା $T_1°$ ହୋଇ ଯାଉଛି । ଅର୍ଥାତ୍, ଏହା ପୁନର୍ବାର ନିଜର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇ ପାରୁଛି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ କାର୍ଣୋ ଚକ୍ରଟିକୁ ଦର୍ଶାଇ ଦେଉଥିବା ଚିତ୍ରଟିର ବିଶେଷତ୍ୱ ସଂପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

ତାପ ଉତ୍ସରୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା Q_1 ପରିମିତ ତାପ ABMKA ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥିବା କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି Q_1 ପରିମିତ ତାପ W ପରିମିତ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଇ ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟିକୁ ଗତିଶୀଳ କରି ଦେଉଛି ।

କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ T_1 ଠାରୁ T_2 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦେବା ପାଇଁ ତା ଠାରୁ ଯେଉଁ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି କାର୍ଯ୍ୟ ନିଆଯାଉଛି, ତାହାକୁ ଚିତ୍ରରେ BCNMB ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥିବା କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

ବାହ୍ୟ ଯନ୍ତ୍ରବିଶେଷଠାରୁ ଆଦାୟ କରଯାଇଥିବା ଶକ୍ତିକୁ ଚିତ୍ର ୨୦୬ରେ CNLDC କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହିଶକ୍ତି ଶୀତକ ଉତ୍ସକୁ (Cold reservoir) Q_2 ପରିମିତ ତାପ ଯୋଗାଇ ଦେଉଛି ।

କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରାକୁ T_2 ଠାରୁ T_1 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ାଇଦେବା ସକାଶେ ବାହ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ବିଶେଷଠାରୁ ଆଦାୟ କରଯାଉଥିବା ଶକ୍ତିକୁ ADLKA କ୍ଷେତ୍ରରେ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି ।

A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଓ B ଠାରୁ C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯିବା ଲାଗି ଗ୍ୟାସଟି ଯେଉଁ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରୁଛି, ତାର ମୂଲ୍ୟ ABCNKA କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହ ସମାନ । C ଠାରୁ D ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଓ D ଠାରୁ A ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସମ୍ପୀଡ଼ିତ କରିଦେବା ଲାଗି ଗ୍ୟାସ୍ ଉପରେ ଯେଉଁ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରଯାଉଛି; ତାର ମୂଲ୍ୟ CDAKNC ଚିହ୍ନିତ କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହ ସମାନ ।

∴ ଗୋଟିଏ ଚକ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଗ୍ୟାସଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା

ଦରକାରୀ କାର୍ଯ୍ୟ = (ABCNKA) ଚିହ୍ନିତ କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ—CDAKNC କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ)

= ABCDA କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

= (ତାପ ଉତ୍ସଠାରୁ ଆଦାୟ କରଯାଉଥିବା ତାପ—ଶୀତକ ଉତ୍ସକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ତାପ)

= $(Q_1 - Q_2)$ ।

∴ ଇଂଜିନ ଦକ୍ଷତା = $\dfrac{\text{ନିର୍ଗମ କାର୍ଯ୍ୟ (Output work)}}{\text{ନିବେଶ କାର୍ଯ୍ୟ (Input work)}}$

$= \dfrac{\text{ABCDA କ୍ଷେତ୍ରରେ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ}}{\text{ABMKA କ୍ଷେତ୍ରରେ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ}}$

$$= \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$= 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad \ldots\ldots \quad (25)$$

କାର୍ଣ୍ଣୋ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଏକ ସୁସ୍ପଷ୍ଟ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କରିବା ସକାଶେ ଆମେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌ରୂପେ ବିବେଚନା କରିଥିଲୁ କିନ୍ତୁ (25) ସମୀକରଣର ପ୍ରୟୋଗ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ।

39·3 ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ (Second law of thermodynamics) :

କାର୍ଣ୍ଣୋଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପରିକଳ୍ପିତ ଇଂଜିନ୍ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଉଲ୍ଲିଖିତ ଆଲୋଚନାରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ଇଂଜିନ୍‌ଟିକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ସମସ୍ତ ତାପଶକ୍ତି ଦରକାରୀ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ପାରେ ନାହିଁ ଇଂଜିନ୍‌ଠାରୁ ଏହି ତାପର କିୟଦଂଶ ବାହ୍ୟ ଟାଙ୍କି ଆଡ଼କୁ (outside reservoir) ଗ୍ଲିଯାଏ । କେବଳ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଇଂଜିନ୍ ଯେ ଏପରି ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ, ତା ନୁହେଁ । ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଇଂଜିନ୍ ଏପରି ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରି

ସ୍ୱକାର୍ଯ୍ୟ ସଂପାଦନ କରନ୍ତି । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଇଂଜିନ୍ ଗୁଡ଼ିକଠାରେ ଦେଖାଯାଉଥିବା ଏପରି ଏକ ସାର୍ବଜନୀନ ଘଟଣାକୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏକ ନିୟମ ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରିଛନ୍ତି । ପ୍ରମାଣିକ ତଥ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ ଏହି ନିୟମଟିକୁ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ କୁହାଯାଏ ।

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ :

ବାହ୍ୟ ଶକ୍ତିର ସାହାଯ୍ୟ ନ ନେଇ କୌଣସି ଇଞ୍ଜିନ୍ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁଠାରୁ ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରିବା ଅସମ୍ଭବ ।

ଉଚ୍ଚତାପମାତ୍ରାବିଶିଷ୍ଟ ଅଂଚଳରୁ ନିମ୍ନତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳ ଆଡ଼କୁ ତାପ ସ୍ୱତଃ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ସମୁଦ୍ର ଗର୍ଭରେ ଅମାପ ପରିମିତ ତାପଶକ୍ତି ରହିଛି । କିନ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ଇଂଜିନ୍‌କୁ ଚଳାଇବା ସକାଶେ ଏହି ତାପଶକ୍ତିର ସଦୁପଯୋଗ କରାଯିବା ସମ୍ଭବପର ହେଉନାହିଁ । ଇଂଜିନଟି ତାପ ବିସର୍ଜିତ କରିଦେବା ପାଇଁ ଯଦି କୌଣସି ପ୍ରକାରେ ଗୋଟିଏ ନିମ୍ନତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଟାଙ୍କି ନିର୍ମାଣ କରାଯିବା ସଂଭବ ହୁଅନ୍ତା, ତାହାହେଲେ ସମୁଦ୍ର ତାପକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଗୋଟିଏ ଇଂଜିନ୍ ଚଳାଇବା ସମ୍ଭବ ହୁଅନ୍ତା ।

ନିମ୍ନତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଅଂଚଳରୁ ଉଚ୍ଚତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଅଂଚଳ ଆଡ଼କୁ ତାପର ସଂଚରଣ ଘଟାଇବା ପାଇଁ ବାହ୍ୟ ଶକ୍ତିର ବିନିଯୋଗ ଅନିର୍ବାର୍ଯ୍ୟ । ପ୍ରଶୀତକ (refrigerator) ଏହି ନିୟମାନୁଯାୟୀ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ହୁଏ । ଏଠାରେ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ବାହ୍ୟ ଶକ୍ତିର ଦାୟିତ୍ୱତୁଲାଇ ଥାଏ । ଅର୍ଥାତ୍, ବିଦ୍ୟୁତ୍, ଶକ୍ତିର ବିନିଯୋଗ ହେତୁ ପ୍ରଶୀତକର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଥଣ୍ଡା ଅଞ୍ଚଳରୁ କୋଠରୀର ଗରମ ଅଞ୍ଚଳ ଆଡ଼କୁ ତାପ ସଂଚରିତ ହୁଏ ।

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ତାପଉତ୍ସ ଓ ଶୀତକ ଉତ୍ସର ତାପମାତ୍ରାକୁ ସମାନ ରଖାଯାଇ ଯଦି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଇଂଜିନ୍ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତା (efficiency) ମପାଯାଏ, ତାହାହେଲେ କାର୍ଣୋଙ୍କ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ତାପ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଇଂଜିନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତାଠାରୁ ଅଧିକ ହେବ । ଯଦି ଏପରି ଘଟୁ ନ ଥା'ନ୍ତା, ତାହାହେଲେ ଆମେ କାର୍ଣୋଙ୍କ ଇଂଜିନ୍‌ଠାରୁ ଅଧିକ କାର୍ଯ୍ୟଦକ୍ଷ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଇଂଜିନକୁ ପଶ୍ଚାତ୍‌ମୁଖୀ ବ୍ୟବହାର କରି କାର୍ଣୋଙ୍କ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ଇଂଜିନ୍‌ଟିକୁ ଚଳାଇ ପାରନ୍ତେ ଏବଂ ଏପରି ଦୁଇଟି ସ୍ୱତଃ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ଇଂଜିନ୍ ବ୍ୟବହାର କରିବା ଦ୍ୱାରା ତାପ ନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳରୁ ଉଚ୍ଚତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳଆଡ଼କୁ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇ ପାରନ୍ତା । ଉଲ୍ଲିଖିତ ବିଜ୍ଞାନସମ୍ମତ ଯୁକ୍ତିଟିକୁ ଉପସ୍ଥାପନା କରି ଆମେ କହି ପାରୁଛୁଯେ ତାପ ଉତ୍ସ ଓ ଶୀତକଉତ୍ସ ମଧ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରାର ବ୍ୟବଧାନକୁ ସମାନ ରଖିଲେ, କାର୍ଣୋଙ୍କ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଇଂଜିନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତାଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ । ବ୍ୟାବହାରିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତଟି ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି ।

ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପାଇଁ 'ପରମ ତାପମାତ୍ରା' ବା 'କେଲ୍‌ଭିନ୍‌ଙ୍କ ତାପମାତ୍ରା' ଶୀର୍ଷକ ଏକ ସ୍କେଲର ପ୍ରଚଳନ (Absolute temperature Scale or Kelvin's Temperature Scale) :

ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପାଇଁ ପ୍ରଚଳିତ ହେଉଥିବା ବିଭିନ୍ନ ସ୍କେଲ ଗୁଡ଼ିକ ସମ୍ପର୍କରେ ପ୍ରଥମ ଅଧ୍ୟାୟରେ ବିଶଦ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଥର୍ମୋମିଟରରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ବସ୍ତୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ବାହ୍ୟ ପରିସ୍ଥିତିର ପ୍ରଭାବରେ ଏହି ବସ୍ତୁ ଗୁଡ଼ିକରେ ଘଟିଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକରି ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ସ୍କେଲଗୁଡ଼ିକୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଛି ।

ତାପ ସଂପର୍କୀୟ ଘଟଣାଗୁଡ଼ିକ ମୁଖ୍ୟତଃ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ଆଦୌ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଏହାର ଦକ୍ଷତା କେବଳ ତାପଉତ୍ସରୁ ଇଞ୍ଜିନ୍‌ଟିକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ତାପ (Q_1) ଓ ଇଂଜିନ୍‌ଠାରୁ ଶୀତଳ ଉତ୍ସ ଆଡ଼କୁ ବିସର୍ଜିତ ହେଉଥିବା ତାପ (Q_2) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ଅବିସ୍ମରଣୀୟ ବ୍ରିଟିଶ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ଲର୍ଡ଼ କେଲ୍‌ଭିନ୍ (୧୮୨୭—୧୯୦୭) ସର୍ବପ୍ରଥମେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ଘଟଣାଟିର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ଉପଲବ୍ଧି କଲେ । ସେ ଏହି ଘଟଣାଟିକୁ ଭିତ୍ତିକରି ତାପମାତ୍ରାର ଗୋଟିଏ ନୂତନ ସ୍କେଲ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହେଲେ ତାପମାତ୍ରାର ଏହି ନୂତନ ସ୍କେଲଟିକୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବା ପାଇଁ କୌଣସି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିବା ଆବଶ୍ୟକ ହେଉ ନ ଥିବାରୁ, ଏହାକୁ ତାପମାତ୍ରାରେ **'ପରମ'** ସ୍କେଲ (Absolute scale) କୁହାଯାଏ ।

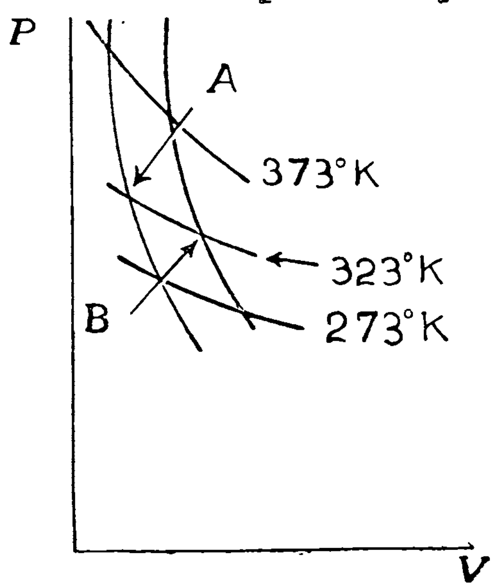
ସେ ସୂଚାଇଥିଲେ ଯେ ତାପମାତ୍ରାର ପରମ ମାନର ସଂଜ୍ଞା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ରରୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇ ପାରିବ :

$$\text{ଦକ୍ଷତା} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q} = \frac{T_1 - T_2}{T_2} \quad \ldots\ldots\ldots (26)$$

$$\text{ବା,} \quad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \ldots\ldots\ldots (27)$$

ଶେଷୋକ୍ତ ସମୀକରଣଟି ସୂଚାଇ ଦେଉଛି ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ତାପମାତ୍ରାର ଅନୁପାତ ସେହି ଦୁଇ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ ସମାହିତ ହେଉଥିବା ଏକ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଥିବା ତାପ ଓ ତାପଠାରୁ ବିସର୍ଜିତ ହେଉଥିବା ତାପର ଅନୁପାତ ସହ ସମାନ ହୁଏ ।

ମନେ କରଯାଉଯେ ଗୋଟିଏ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରକୁ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଦୁଇଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରଯାଉଛି; ଯଥା:— ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ (373°A) ଓ ଜଳର ହିମାଙ୍କ (273°A)। ଏପରି ଭବରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଥିବା କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରଟିର କର୍ମ ନୈପୁଣ୍ୟକୁ ଦର୍ଶାଇ ଦେଉଥିବା ଚିତ୍ରଟିରୁ [ଚିତ୍ର 266] ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଞ୍ଚଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଜାଣିଆରେ ଆମେ ଦରକରୀ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ପାରିବା । ଉଲ୍ଲିଖିତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା ଦ୍ୱୟର ହାରହାରୀ ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି 323°A। ଏହି ଶେଷୋକ୍ତ ତାପମାତ୍ରାର ସଞ୍ଜ୍ଞା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବା ପାଇଁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ



(ଚିତ୍ର 266)

ଗୋଟିଏ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରକୁ ଯଦି ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଓ 323°A ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ

କରଯାଏ, ତଦ୍ୱାରା ଯେତିକି ପରିମାଣର ଦରକା କାର୍ଯ୍ୟ (A ଚିହ୍ନିତ ଅଞ୍ଚଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ) ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇ ପାରିବ, ଗୋଟିଏ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରକୁ 423°A ଓ ଜଳର ହିମାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରଗଲେ, ତା'ଦ୍ୱାରା ମଧ୍ୟ ଠିକ୍ ସେତିକି ପରିଯାଣର ଦରକାରୀ କାର୍ଯ୍ୟ (B ଚିହ୍ନିତ ଅଞ୍ଚଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ) ସମ୍ପାଦିତ ହେବ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ସ୍ପଷ୍ଟ ବୁଝି ହେଉଛି ଯେ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇଥିବା ସଜ୍ଞାନୁଯାୟୀ ତାପମାତ୍ରାର ବ୍ୟବଧାନ (interval)କୁ ଉପର୍ଯ୍ୟୁକ୍ତ ମାର୍ଗରେ ବିଭଜିତ କରଯାଇ ପାରିବ ଏବଂ ଏପରି କରଯିବା ଦ୍ୱାରା ତାପମାତ୍ରାର ଏତାଦୃଶ ସ୍କେଲ୍ ଜରିଆରେ ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଦୃଷ୍ଟି କୋଣରୁ ଅଧିକ ବା ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ତାପମାତ୍ରାକୁ ପ୍ରକାଶ କରଯାଇ ପାରିବ । ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାର ଉପ-ସ୍ଥିତିରେ ଗୋଟିଏ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଇଂଜିନ୍ ଆଦୌ ତାପ ବିସର୍ଜନ କରି ପାରେ ନାହିଁ, ତାହାକୁ ଶୂନ ଡିଗ୍ରୀ ପରମ ତାପମାତ୍ରା କୁହାଯାଏ । ତେଣୁ, ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ଗୋଟିଏ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଇଂଜିନର ଦକ୍ଷତା 100% ହୋଇଥିବା ପରମ ସ୍କେଲ୍ ଅନୁଯାୟୀ ଶୀତକ ଉତ୍ସ ତାପମାତ୍ରା (T_2) ଶୂନ ଡିଗ୍ରୀ (0°A) ହୋଇଥାଏ ।

ସାର୍ବଜନୀନ ଭାବରେ ସ୍ୱୀକାର କରଯାଉଛି ଯେ ପ୍ରାୟୋଗିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କୌଣସି ଏକ ପଦ୍ଧତିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 0°Aରେ ଉପନୀତ କରାଇ ଦେବା ଏକ ଅସମ୍ଭବ ବ୍ୟାପାର । ଅବଶ୍ୟ ଆଜିକାଲି ଯନ୍ତ୍ର କୌଶଳ ପ୍ରୟୋଗ କରଯାଇ କୌଣସି ଏକ ପଦ୍ଧତିର ତାପମାତ୍ରାକୁ 0°Aର ଅତି ପାଖାପାଖି ତାପମାତ୍ରା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦିଆଯିବା ସମ୍ଭବ ହେଉଛି । କୌଣସି ଏକ ପଦ୍ଧତିର ତାପମାତ୍ରା କଦାପି 0°A ହୋଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ପ୍ରକୃତିର ଏପରି ଏକ ନିୟମକୁ **ତାପ-ଗତି ବିଜ୍ଞାନର ତୃତୀୟ ନିୟମର** ଅନ୍ୟତମ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି ରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରଯାଉଛି ।

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଆଲୋଚନାରେ ତାପମାତ୍ରାର **ପରମ ସ୍କେଲ** (Absolate Scale) ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ଆଲୋଚନା କରଯାଇଛି । ତାପଗତିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ କେଲ୍‌ଭିନ୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇଥିବା ଏ ରୂପ ସ୍କେଲ ଏବଂ ପୂର୍ବ ଆଲୋଚିତ ଆର୍ଦଶ ଗ୍ୟାସ୍ ସମ୍ପର୍କୀୟ 'ପରମ ସ୍କେଲ୍'ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ପାର୍ଥ୍ୟକ୍ୟ ନାହିଁ । ପ୍ରବୀଣ ବୈଜ୍ଞାନିକ କେଲ୍‌ଭିନ୍‌ଙ୍କ ସ୍ମୃତି ରକ୍ଷା କରିବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରାର 'ପରମ ସ୍କେଲ୍'କୁ ଅନେକେ 'କେଲ୍‌ଭିନ୍‌ଙ୍କ ସ୍କେଲ ନାମରେ ଅଭିହିତ କରନ୍ତି । ତେଣୁ, 0°Aକୁ ଅନେକ ('0°K') ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରନ୍ତି ।

ତାପ ଇଞ୍ଜିନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତା :

ତାପ-ଇଂଜିନ୍‌ର ଆଦର୍ଶ ଦକ୍ଷତା (ideal efficiency)କୁ ବା ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନୀୟ ଦକ୍ଷତା (Thermo dynamic efficieney)କୁ (26) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ ।

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍, ଆଦର୍ଶ ଦକ୍ଷତା} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \quad \ldots\ldots\ldots (28)$$

ମାତ୍ର ତାପର ଅପଚୟ ଘଟୁଥିବା ହେତୁ ଏକ ଘର୍ଷଣ ବଳର ଉପସ୍ଥିତି ହେତୁ କୌଣସି ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା (28) ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ହିସାବ କରଯାଉଥିବା ଦକ୍ଷତା ସହ ସମାନ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ । ଏହି ସମୀକରଣଟି କେବଳ କୌଣସି ଏକ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତାର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସୀମାକୁ ସୂଚାଇ ଦିଏ ।

ପ୍ରାୟୋଗିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା କୌଣସି ଏକ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ କେଉଁ ଉପାୟ ଅବଲମ୍ବନ କରିବାକୁ ହେବ, ତାହା (28) ସମୀକରଣରୁ ଜଣାପଡ଼ି ଯାଉଛି । ଏହି ସମୀକରଣଟି ସୂଚାଇ ଦେଉଛି ଯେ

ନିବେଶ ତାପମାତ୍ରା (input temperature) ପରିମାଣ (T_1) ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ ଏବଂ ଶୀତକଉସ ତାପମାତ୍ରା (T_2) ଯେତେ ଅଳ୍ପ ହେବ, ଇଂଜିନଟିର ଦକ୍ଷତା ସେତେ ଅଧିକ ହେବ । ମାତ୍ର କୌଣସି ଗୋଟିଏ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ ଆମେ ନିବେଶ ତାପମାତ୍ରାର ପରିମାଣକୁ ସ୍ୱେଚ୍ଛାକୃତ ଭାବରେ ବଢ଼ାଇ ପାରିବା ନାହିଁ । କାରଣ, ଅତ୍ୟୁଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ଉପସ୍ଥିତିରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବସ୍ତୁର ତାପୀୟ ଗୁଣାବଳୀ (Thermal characteristics)ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବ ଏବଂ ଇଂଜିନ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଧାର ମଧ୍ୟ ଅତ୍ୟୁଚ୍ଚ ଚାପ ବା ତାପମାତ୍ରାକୁ ସହ୍ୟ କରି ନ ପାରି ବଙ୍କା ହୋଇଯିବ । ଅତୀତରେ ଇଂଜିନ-ଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତାକୁ ବଢ଼ାଇ ଦେବା ପାଇଁ କର୍ମ ନିପୁଣ କାରିଗରମାନେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଇଂଜିନ୍ ନିର୍ମାଣ କରିଛନ୍ତି ଏବଂ ଆଜିକାଲି ମଧ୍ୟ ଏ ଦିଗରେ ଗବେଷଣା ପରିଚାଳିତ ହେଉଛି ।

ଗାଣିତକ ଉଦାହରଣ :

ଗୋଟିଏ ଚାପଉସ 150 ପାଉଣ୍ଡ/ବର୍ଗଇଞ୍ଚ ଚାପର ଉପସ୍ଥିତିରେ ଗୋଟିଏ ଇଂଜିନକୁ 180°C ତାପମାତ୍ରା ବିଶିଷ୍ଟ ବାଷ୍ପ ଯୋଗାଇ ଦେଉଛି । ଇଂଜିନ୍ ଦ୍ୱାର ବିସର୍ଜିତ ହେଉଥିବା ବାଷ୍ପର ତାପମାତ୍ରା 100°C ହୋଇଛି । ଏହି ଇଂଜିନ୍‌ଟିର ଦକ୍ଷତାର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସୀମା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

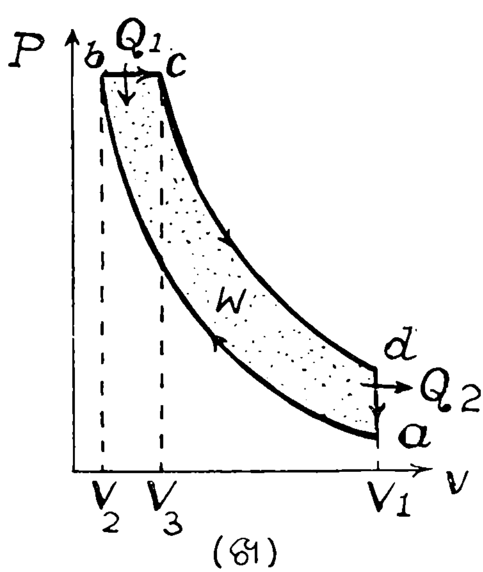
$$\text{ଆଦର୍ଶ ଦକ୍ଷତା} = \frac{(180+273)^\circ A-(100+273)^\circ A}{(180+273)^\circ A}$$

$$= 0{\cdot}176 = 17{\cdot}6\,\%$$

∴ ଇଂଜିନ୍‌ଟିର ଦକ୍ଷତାର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସୀମା ହେଉଛି 17·6 % ।

ଗାସୋଲିନ୍ ଓ ଡିଜେଲ୍ ଇଞ୍ଜିନ୍ :

ଗୋଟିଏ ସାଧାରଣ ଗାସୋଲିନ୍ ଇଂଜିନରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚକ୍ର (Cycle) ସମାହିତ ହେଉଥିବା ଅବସରରେ ଚାରିଟି ଷ୍ଟ୍ରୋକ୍ (Stroke) ସଂଘଟିତ ହୁଏ । ଏପରି ଏକ ଇଂଜିନ୍‌ର



(ଖ)

(ଚିତ୍ର 266)

ଦକ୍ଷତା ନିରୂପଣ କରିବା ପାଇଁ ସଂଘଟିତ ହେଉଥିବା ଚାରିଟି ଷ୍ଟ୍ରୋକ୍ ଏକ ଚିତ୍ର ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ । ଏପରି ଚିତ୍ରକୁ ଅଟୋ-ଚକ୍ର (otto-cycle) କହନ୍ତି ।

ପ୍ରଥମେ ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟି ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର ଉପର ମୁଣ୍ଡରେ ରହିଥାଏ । ଚିତ୍ର266 ରେ ଏପରି ଅବସ୍ଥାକୁ 'a' ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଭିତରେ ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟାଇ ପାରୁଥିବା ବାୟୁ ଓ ଗାସୋଲିନ୍ ବାଷ୍ପର ଏକ ମିଶ୍ରଣ ରଖାଯାଇଥାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ, ପିଷ୍ଟନକୁ ଏପରିଭାବରେ ନିମ୍ନଗାମୀ କରାଯାଏ ଯେ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ମିଶ୍ରଣର ସମତାପୀୟ ସମ୍ପୀଡ଼ନ (Adiabatic compression) ସଂଘଟିତ ହୁଏ । ମିଶ୍ରଣଟି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏପରି ସମ୍ପୀଡ଼ନ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଅବ୍ୟାହତ ରଖାଯାଏ । ଚିତ୍ର 266 ରେ ମିଶ୍ରଣର ଏତାଦୃଶ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅବସ୍ଥାକୁ 'b' ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ତତ୍‌ପରେ, ଏହି ମିଶ୍ରଣର ଦହନ (Combustion) ଘଟାଯାଇ ଏହାକୁ 'C' ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଥିବା ଅବସ୍ଥାକୁ ଅଣାଯାଏ । ଏଥି ଉତ୍ତାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ମିଶ୍ରଣ ସମଚାପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ ଏବଂ ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଏହା ବାହ୍ୟକାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରେ । ଗ୍ୟାସୀୟ ମିଶ୍ରଣଟି 'd' ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାର ସମଚାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥାଏ । ମିଶ୍ରଣଟି 'd' ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇସାରିବା ପରେ ତା'ର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ତାହାକୁ ଥଣ୍ଡା କରାଯାଏ । ଏହି ଷ୍ଟ୍ରୋକ ସଂଘଟିତ କରାଯାଇ ଗ୍ୟାସୀୟ ମିଶ୍ରଣକୁ ପୁନର୍ବାର ତାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ (ଅର୍ଥାତ୍ 'a') ଉପନୀତ କରାଇ ଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । V_1 ଓ V_2 ର ଅନୁପାତକୁ 'ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଅନୁପାତ' (Compression ratio) କୁହାଯାଏ । ଅଟୋମୋବାଇଲ୍ ଇଂଜିନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଅନୁପାତର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ 8 ହୁଏ ।

ଚିତ୍ର 266 (ଖ)ରେ ରେଖାଙ୍କାଦିତ ଅଞ୍ଚଳଟି ନିର୍ଗମ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଛି । ଏଠାରେ, ନିବେଶ-ତାପ (Heat input)ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି Q_1 ଓ ବିସର୍ଜିତ ତାପ (Heat output)ର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି Q_2 । ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ଗ୍ୟାସୀୟ ମିଶ୍ରଣକୁ ଯଦି ଆମେ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଦର୍ଶନ କରୁଛି ବୋଲି ବିଚାର କରିବା, ତାହାହେଲେ ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ନିବେଶ ତାପ ଓ ନିର୍ଗମ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ ଆମେ 'ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଅନୁପାତ' ଜରିଆରେ ହିସାବ କରିଦେବାକୁ ସମର୍ଥ ହେବା । ଏତଦ୍ୱାରା ଗାସୋଲିନ୍ ଇଂଜିନ୍‌ର ତାପଗତିକ ଦକ୍ଷତାକୁ ଆମେ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ର ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରି ପାରିବା ।

$$\text{ଦକ୍ଷତା} = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{1}{(V_1/V_2)^{\gamma-1}} \ldots\ldots (29)\ (V_2/V_1)^{\gamma-1}$$

V_1/V_2 ର ମୂଲ୍ୟ ଯଦି 8 ହୁଏ ଏବଂ γର ମୂଲ୍ୟ ଯଦି 1·4 ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଉଲ୍ଲିଖିତ ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ଗାସୋଲିନ୍ ଇଂଜିନର ଦକ୍ଷତା 56% ହେଉଛି । ବାସ୍ତବ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା 56% ଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ମୁଖ୍ୟତଃ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ର କାନ୍ଥରେ ତାପର ଅପଚୟ ଘଟୁଥିବାରୁ ଏବଂ ଘର୍ଷଣ ବଳର ଉପସ୍ଥିତି ହେତୁ ଦକ୍ଷତାର ମୂଲ୍ୟରେ ଏପରି ହ୍ରାସ ଘଟେ ।

ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଡିଜେଲ୍ ଇଂଜିନରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଚକ୍ର (cycle) ସମାହିତ ହେଉଥିବା ଅବସରରେ ଚାରିଟି ଷ୍ଟ୍ରୋକ୍ ସଂଘଟିତ ହୁଏ । ଏପରି ଏକ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା ନିରୂପଣ କରିବା ପାଇଁ, ସଂଘଟିତ ହେଉଥିବା ଚାରିଟି ଷ୍ଟ୍ରୋକକୁ ଏକ ଚିତ୍ର ଜରିଆରେ ଦର୍ଶାଇ ଦିଆଯାଏ । [ଚିତ୍ର 266(ଖ) ଦେଖ ।] ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଥିବା ବାୟୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାକୁ ଚିତ୍ରରେ 'a' ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ପ୍ରଥମେ ଏହି ବାୟୁର ସମତାପୀୟ ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଘଟାଯାଇ ଏହାକୁ 'b' ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ କରାଯାଏ ।

ଏଥିଉତ୍ତାରୁ ଇନ୍ଧନରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଉଥିବା ତୈଳକୁ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ସୃଗ୍ରଇ ଦିଆଯାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହି ଇନ୍ଧନର ଦହନ ପ୍ରାୟ ସମଗ୍ରପୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ସଂଘଟିତ ହୁଏ । ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରସ୍ଥ ମିଶ୍ରଣ 'c' ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଇନ୍ଧନର ଦହନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆବ୍ୟାହତ ରଖାଯାଏ । ଏଥିଉତ୍ତାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ମିଶ୍ରଣର ସମତାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଘଟେ । ଏହା 'd' ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ ଅବ୍ୟାହତ ରଖାଯାଏ । 'd' ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହୋଇଯିବା ପରେ ଏହାର ଆୟତନକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଇ ଏହାକୁ ଥଣ୍ଡା କରଯାଏ । ଏପରି ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂଘଟିତ କରଯାଇ ଗ୍ୟାସୀୟ ମିଶ୍ରଣକୁ ପୁନର୍ବାର ତାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ (ଅର୍ଥାତ୍, 'a') ଉପନୀତ କରଇଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ସମତାପୀୟ ସଙ୍କୋଚନ ଘଟୁଥିବା ଅବସ୍ଥାରେ ସିଲିଣ୍ଡର୍ ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଇନ୍ଧନ ରଖାଯାଇ ନଥିବାରୁ ଡିଜେଲ୍ ଇଂଜିନ୍‌ର $\frac{V_1}{V_2}$ର ମୂଲ୍ୟ ଗାସୋଲିନ୍ ଇଂଜିନ୍ ଅପେକ୍ଷା ଯଥେଷ୍ଟ ବେଶି ହୁଏ ।

ଏହାର $\frac{V_1}{V_2}$ ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ 15 ହୁଏ ଏବଂ $\frac{V_1}{V_3}$ ର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରାୟ 5 ହୁଏ । $\frac{V_1}{V_2}$ ଓ $\frac{V_1}{V_3}$ ର ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଜରିଆରେ ଡିଜେଲ ଇଂଜିନ୍‌ର ତାପଗତିଜ ଦକ୍ଷତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରଯାଏ । ଏପରି-ଭବରେ ହିସାବ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଜଣାପଡ଼ିଛି ଯେ ଡିଜେଲ୍ ଇଂଜିନ୍‌ର କ୍ଷମତା ଗାସୋଲିନ୍ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା ସହ ପ୍ରାୟ ସମାନ ।

ପ୍ରଶୀତକ (Refrigerator) ଓ ତାପ ପମ୍ପ୍ (Heat pump) :

ପ୍ରଶୀତକର କର୍ମନୈପୁଣ୍ୟ ସମ୍ପର୍କରେ ସ୍ପଷ୍ଟୀକରଣ ପ୍ରଦାନ କରିବା ନିମିତ୍ତ ତୁଳନାତ୍ମକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ କୁହାଯାଏ ଯେ ଗୋଟିଏ ତାପ ଇଂଜିନକୁ ବିପରୀତ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରଗଲେ, ତାହା ପ୍ରଶୀତକ ତୁଲ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରେ ।

ପ୍ରଶୀତକଟି ଶୀତକଉତ୍ସରୁ ଚକ୍ରପ୍ରତି (per cycle) Q_1 ପରିମାଣର ତାପ ସଂଗ୍ରହ କରେ; ସଂପୀଡ଼କଟି (Compressor) ନିବେଶ କାର୍ଯ୍ୟ 'W' ଯୋଗାଇ ଦିଏ ଏବଂ ପ୍ରଶୀତକରୁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ 'Q_1' ତାପଉତ୍ସ ଆଡ଼କୁ ସଂଚରିତ ହୁଏ । ଖାଦ୍ୟଦ୍ରବ୍ୟ ଓ ବରଫଖଣ୍ଡଗୁଡ଼ିକ ଶୀତକଉତ୍ସର ଦାୟିତ୍ୱ ସଂପାଦନ କରନ୍ତି, ବୈଦୁତିକ ମୋଟର ନିବେଶ କାର୍ଯ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦିଏ ଏବଂ ପାକଶାଳାର ବାୟୁ ତାପଉତ୍ସର ଦାୟିତ୍ୱ ସଂପାଦନ କରିବା ପୂର୍ବକ ପ୍ରଶୀତକଠାରୁ ତାପ ସଂଗ୍ରହ କରେ । ପ୍ରଚଳିତ ରୀତି ଅନୁଯାୟୀ Q_1, Q_2 ଓ W ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଥିବା ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଭୌତିକ ରାଶିରୂପେ ଗ୍ରହଣ କରଯାଇଛି ।

ପ୍ରଶୀତକର କର୍ମନୈପୁଣ୍ୟକୁ ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ତାର 'କାର୍ଯ୍ୟ-ଗୁଣାଙ୍କ' (Co-efficient of performance) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରଯାଏ । ଯେଉଁ ପ୍ରଶୀତକରୁ ଯେତେ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ଯାନ୍ତ୍ରିକ କାର୍ଯ୍ୟ (W)ର ବିନିଯୋଗ ହେତୁ ଯେତେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ତାପ (Q_2) ବାହାରକୁ ନିଷ୍କାସିତ ହୋଇଯାଏ, ତାର କର୍ମନୈପୁଣ୍ୟ ତେତେ ଅଧିକ ହୁଏ । W ଏବଂ Q_2 ର ଅନୁପାତହିଁ ହେଉଛି କାର୍ଯ୍ୟ-ଗୁଣାଙ୍କ;

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍, କାର୍ଯ୍ୟ-ଗୁଣାଙ୍କ} = \frac{Q_2}{W}$$

$$= \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} \quad \ldots\ldots (30)$$

ତାପ ଉତ୍ସ (Hot reserrvoir)କୁ ତାପ (Q_1) ଯୋଗାଇ ଦେବାପାଇଁ ଯେଉଁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଉପକରଣ ଗୁଡ଼ିକକୁ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ସେଗୁଡ଼ିକୁ ତାପ-ପମ୍ପ୍ କୁହାଯାଏ । ଶୀତଋତୁରେ କୌଣସି ଏକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଉପକରଣ ଦ୍ୱାରା ସନ୍ନିକଟ ଏକ ପୁଷ୍କରିଣୀରୁ ତାପର ସଂଚରଣ ଘଟାଯାଇ ଯଦି ଗୋଟିଏ ବାସଗୃହର ଅଭ୍ୟନ୍ତରକୁ ଗରମ ରଖାଯିବାର ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ସେହି ଉପକରଣଟିକୁ ଗୋଟିଏ ତାପ-ପମ୍ପ୍ କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ମୋଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ବାହ୍ୟକାର୍ଯ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯିବା ସମ୍ଭବ ହେଉଥିବାରୁ ଏପରି ଏକ ଉପକରଣ ସ୍ୱକାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ନିମିତ୍ତ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମକୁ ଲଙ୍ଘନ କରେ ନାହିଁ । ପୁନଶ୍ଚ, ଏପରି ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରି ପାରୁଥିବା ଏକ ତାପ ପମ୍ପକୁ ବିପରୀତ ଦିଗକୁ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରାଗଲେ ଏହା ଗ୍ରୀଷ୍ମଋତୁରେ ବାସଗୃହକୁ ଥଣ୍ଡାରଖେ ।

$$\text{ତାପ ପମ୍ପର କାର୍ଯ୍ୟ-ଗୁଣାଙ୍କ} = \frac{Q_1}{W}$$

$$= \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} \quad \ldots\ldots (31)$$

ଏଣ୍ଟ୍ରପି (Entropy) :

ବସ୍ତୁର ଅନ୍ୟତମ ଭୌତିକ ଗୁଣକୁ ପ୍ରକାଶ କରିବା ପାଇଁ 'ଏଣ୍ଟ୍ରପି' ନାମଧେୟ ଏକ ଭୌତିକ ରାଶିଟିର ସଂଜ୍ଞା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇଛି । କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁର' ଏଣ୍ଟ୍ରପି' ସେହି ବସ୍ତୁଟି ଧାରଣ କରିଥିବା ତାପ ଓ ତାର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁ ନିଜଠାରେ ଥିବା ତାପ ଶକ୍ତି ବିଷୟରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ପରେ ତାର ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା କମ୍ ହୁଏ । ଏପରି ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମାହିତ ହେଉଥିବା ବେଳେ କିଛି ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ବୃଥାରେ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଏ । କୌଣସି ଦରକାରୀ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ ନ କରି ଏପରି ବୃଥାରେ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଉଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ 'ଏଣ୍ଟ୍ରପି'ର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ଯାନ୍ତ୍ରିକ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିଦେବା ପରେ ବସ୍ତୁର ତାପମାତ୍ରା ଯେତିକି ହୋଇଥାଏ, ତାହା ସହିତ ବସ୍ତୁର ଏଣ୍ଟ୍ରପିକୁ ଗୁଣନ କଲେ, ଅଦରକାରୀ ଭାବରେ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଉଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇଯାଏ । 'ଏଣ୍ଟ୍ରପି' ସମ୍ପର୍କୀୟ ଧାରଣା ତାପ ଗତି ବିଜ୍ଞାନରେ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି । ନିମ୍ନ-ଲିଖିତ ଆଲୋଚନାରୁ ଏଣ୍ଟ୍ରପିର ଭୂମିକା ସମ୍ପର୍କରେ ସ୍ପଷ୍ଟ ଧାରଣା ମିଳି ପାରିବ ।

(18) ସମୀକରଣରେ ଥିବା $\frac{\text{'}\triangle Q\text{'}}{T}$ ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଉ ।

ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ଜାଣି ପାରିଛନ୍ତି ଯେ ବସ୍ତୁର ଦଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ $\sum_1^2 \frac{\triangle Q}{T}$ ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହେଉଥିବା $\frac{\triangle Q}{T}$ ର ଯୋଗଫଳ ଅପରି-ବର୍ତ୍ତନୀୟ ହେ । ଅର୍ଥାତ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସମାହିତ ହେଉଥିବା ପ୍ରକ୍ରିୟାଟିକୁ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ନିମିତ୍ତ ଅନୁସରଣ କରଯୋଉଥିବା ପଥ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତଟି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କୁ 'ଏଣ୍ଟ୍ରପି'ର ସଂଜ୍ଞା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବା ପାଇଁ ଉପାୟ ବତାଇ ଦେଇଛି ।

କୌଣସି ଏକ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପାଇଁ $\frac{\triangle Q}{T}$ ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ବୃଦ୍ଧି (Increment)କୁ 'ଏଣ୍ଟ୍ରପିର ବୃଦ୍ଧି' କୁହାଯାଏ । ଏଣ୍ଟ୍ରପିକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ 'S' ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଏ ।

ଅର୍ଥାତ୍, $\triangle S = \frac{\triangle Q}{T}$ (କେବଳ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପାଇଁ) ....(32)

ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର 4ଟି ଗୁଣ ବା ଧର୍ମ ଅଛି; ଯଥା :—ଚାପ (P), ଆୟତନ (V), ତାପମାତ୍ରା (T) ଓ ଏଣ୍ଟ୍ରୋପି (S) । ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ଏଥିମଧ୍ୟରୁ ଯେ-କୌଣସି ଦୁଇଟି ଗୁଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଜାଣି ପାରିଲେ, ଆମେ କୌଣସି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତତ୍କାଳୀନ ଅବସ୍ଥା ସମ୍ପର୍କରେ ସଠିକ୍ ଧାରଣା ପାଉ ।

ଆଗରୁ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରକୁ ଚିତ୍ର 265 ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଇ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିକୁ ଅଙ୍କନ କରିବା ପାଇଁ Vକୁ Y— ଅକ୍ଷରେଖାରେ ଏବଂ Pକୁ X—ଅକ୍ଷରେଖାରେ ନିଆଯାଇଛି । ତେଣୁ ଏହାକୁ P—V ଗ୍ରାଫ୍ କୁହାଯାଏ । ସେହିପରି ଆମେ ମଧ୍ୟ ଗୋଟିଏ T—S ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରି କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରକୁ ସୂଚାଇ ପାରିବା । ଗ୍ୟାସୀୟ ବସ୍ତୁର ସମତାପୀୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବା ବେଳେ △Qର ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ ହୁଏ ଓ △Sର ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟ ଶୂନ ହୁଏ ଏବଂ ଏହାର ସମୋଷ୍ମ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଥିବା ସମୟରେ △Tର ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ ହୁଏ । ତେଣୁ, T—S ଗ୍ରାଫରେ ସମତାପୀୟ ପରିବର୍ତ୍ତନଗୁଡ଼ିକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଥିବା ଗ୍ରାଫଗୁଡ଼ିକର ଆକାର ସରଳ ରୈଖିକ ହୁଏ ଏବଂ ଏହି ସରଳରେଖାଗୁଡ଼ିକ T— ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର ହୁଅନ୍ତି । ପୁଣି ସେହି T—S ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ସମୋଷ୍ମ ପରିବର୍ତ୍ତନଗୁଡ଼ିକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଥିବା ଗ୍ରାଫ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଆକାର ମଧ୍ୟ ସରଳ ରୈଖିକ ହୁଏ ଏବଂ ଏହି ସରଳରେଖାଗୁଡ଼ିକ S—ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର ହୁଅନ୍ତି । ଏଥିପାଇଁ କାର୍ଣ୍ଣୋ ଚକ୍ରକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଥିବା T—S ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିର ଆକାର ଆୟତାକାର ହୁଏ ।

କୌଣସି ଏକ ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମାହିତ ହେବା ଦ୍ୱାରା ଏଣ୍ଟ୍ରପିରେ ଯେଉଁ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ, ତାହାକୁ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଦେବା ସମ୍ଭବପର ହେଉଛି । ଏଥିପାଇଁ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥା ସମ୍ପର୍କରେ ଏବଂ ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମାହିତ ହେବା ପରେ ତା'ର ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥା ସମ୍ପର୍କରେ ସଠିକ୍ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରଯାଉଛି । ଏହି ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥା ଓ ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥା ସମ୍ବଳିତ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ହିସାବକୁ ନେଇ ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଗଠନ କରଯାଉଛି । ଏପରି କରଯିବାରୁ, ଶେଷୋକ୍ତ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପାଇଁ (S_2—S_1)ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉଛି । ଏହାହିଁ ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟାଟି ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁର ଏଣ୍ଟ୍ରପିରେ ସଂଘଟିତ ହେଉଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ସୂଚାଇ ଦେଉଛି ।

ଗାଣିତିକ ଉଦାହରଣ :

ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ V_1 ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ଫ୍ଲାସ୍‌ରେ ରଖାଯାଇଛି । ଏହି ଗ୍ୟାସ୍ ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଇ ବାୟୁଶୂନ୍ୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଆଉ ଗୋଟିଏ V_2 ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଫ୍ଲାସ୍‌କୁ ଚାଲି ଯାଉଛି । ଯଦି ଏପରି ଘଟୁଥିବା ବେଳେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର

ଚାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖାଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତା'ର ଏଣ୍ଟ୍ରପିରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ବିଗ୍ଭର କରିବା ଯେ ଏହି ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରସାରଣ ପରିବର୍ତ୍ତେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିର ଏକ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ସମୋଷ୍ଣ ପ୍ରସାରଣ ସଘଟିତ ହେଉଛି । ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମାନୁଯାୟୀ ଏବଂ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅବସ୍ଥା ସମୀକରଣାନୁଯାୟୀ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା ଯେ,

$$\triangle Q=\triangle W=P\triangle V=nRT\frac{\triangle V}{V}$$

ଆୟତନର ମୂଲ୍ୟରେ V_1 ଠାରୁ V_2 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ଘଟୁଥିବାରୁ ଏଣ୍ଟ୍ରପିର ମୂଲ୍ୟରେ (S_2-S_1) ପରିମାଣର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଛି ।

$$S_2-S_1=\Sigma\frac{\triangle Q}{T}=nR\,\Sigma\frac{\triangle V}{V}$$

$$=nR(\log V_2-\log V_1)$$

$$=nR\log\frac{V_2}{V_1}\;\dots\dots\dots\;(33)$$

∴ ଗ୍ୟାସର ଏଣ୍ଟ୍ରପିରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି $nR\log\frac{V_2}{V}$

ଅଗତାନୁଗତିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ସରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ (Extraction of energy from unconventional energy sources) :

ଗତାନୁଗତିକ ଭବରେ ଯେଉଁ ଉତ୍ସଗୁଡ଼ିକରୁ ଶକ୍ତି ସଂଗ୍ରହ କରଯାଉଥିଲା, ସେଗୁଡ଼ିକ କ୍ରମେ ନିଃଶେଷ ହୋଇ ଯାଉଥିବାର ଜଣାପଡ଼ିଲଣି । କୋଇଲା, ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ଓ ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଦିନକୁ ଦିନ ଯେପରି ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ବ୍ୟବହାର କରଯାଉଛି, ତାହା ବର୍ତ୍ତମାନ ଏକ ଉଦ୍‌ବେଗ ସୃଷ୍ଟି କରିଛି । କୌଣସି ନୂଆ ଉତ୍ସର ସନ୍ଧାନ ନ ମିଳିଲେ ବା କୌଣସି ଏକ ସୁଲଭ ବସ୍ତୁରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବା ନିମିତ୍ତ ଅଭିନବ ଉପାୟ ଉଦ୍ଭାବନ କରା ନ ଗଲେ, କୋଇଲା ଓ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ନିଃଶେଷ ହୋଇଯିବା ପରେ ଆଜିର ଶିଳ୍ପୋନ୍ନତ ସଭ୍ୟତା ଯେ ଏକ ସଙ୍କଟକାଳୀନ ପରିସ୍ଥିତିର ସମ୍ମୁଖୀନ ହେବ, ଏଥିରେ ସନ୍ଦେହର ଅବକାଶ ନାହିଁ ।

ଏପରି ଏକ ଜଟିଳ ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ କରିଦେବା ନିମନ୍ତେ ବର୍ତ୍ତମାନ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ନିଉକ୍ଲିଆର୍ ପ୍ରକ୍ରିୟକ (Reactor), ତାପ ବୈଦ୍ୟୁତିକ (Thermo-electric), ଉତ୍ପାଦକ (Generatar), ତାପାୟନିକ (Thermionic), ଉତ୍ପାଦକ, ଚୁମ୍ବକୀୟ ଉଦ୍‌ଗତିଜ (Magnetohydrodynamic) ଉତ୍ପାଦକ, ସୌର କୋଷ (Solar cell) ଏବଂ ଇନ୍ଧନ ସେଲ (Fuel cell) ପ୍ରଭୃତି ବିବିଧ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ନିର୍ମାଣ କରୁଛନ୍ତି । ଏହି ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକର ସଦୁପଯୋଗ କରଯାଇ ଯେପରି ଆବଶ୍ୟକ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଅଳ୍ପ ଅର୍ଥ ବିନିମୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ କରଯାଇ ପାରିବ, ଏହାହିଁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କର ଗବେଷଣାର ବିଷୟବସ୍ତୁ ହୋଇଛି ।

ଏଥିମଧ୍ୟରୁ ଯେକୌଣସି ଏକ ଉପକରଣକୁ ସମୁନ୍ନତ ମାର୍ଗରେ ନିର୍ମାଣ କରିବା ବେଳେ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଜ୍ଞାନ ବିଶେଷ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରୁଛି । ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ବିଚାର କଲେ ଜଣାପଡ଼ୁଛି ଯେ ଇନ୍ଧନ-ସେଲ ହିଁ ଭବିଷ୍ୟତରେ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦେବାପାଇଁ ଏକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିବ । ବୈଜ୍ଞାନିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ଏହାକୁ ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରସାୟନିକ (Electro-chemical) ଉପକରଣ ବୋଲି କୁହାଯାଇ ପାରିବ । କୌଣସି ଏକ ଇନ୍ଧନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ମଧ୍ୟରେ ରସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ଯେଉଁ ରସାୟନିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ, ଏହି ଉପକରଣଟିରେ ସେହି ଶକ୍ତିକୁ ସିଧାସଳଖ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ କରଯାଉଛି ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସମ୍ପାଦନ କରିବା ନିମିତ୍ତ ଏପରି ଭାବରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥିବା ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିର ସଦୁପଯୋଗ କରଯାଉଛି । ଗୁଣାତ୍ମକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ବିଚାର କଲେ ଇନ୍ଧନ-ସେଲ ଓ ବ୍ୟାଟେରୀ ମଧ୍ୟରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପାର୍ଥକ୍ୟ ହୁଏ :

(୧) ଇନ୍ଧନ-ସେଲର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ (Electrolyte) ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

(୨) ଯେପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବାହାରୁ ଇନ୍ଧନ ଓ ଅମ୍ଳଜାନ ଯୋଗାଇ ଦେବା କାର୍ଯ୍ୟ ଅବ୍ୟାହତ ରଖାଯାଏ, ଇନ୍ଧନ-ସେଲଟି ସେତେବେଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦିଏ ।

ତାପ ଇଂଜିନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ତୁଲ୍ୟ ଇନ୍ଧନ-ସେଲର ଦକ୍ଷତା ସୀମିତ ପରିମାଣର ହୋଇ ନ ଥାଏ । କାରଣ, ଏହି ସେଲରେ ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତର ଘଟିଯାଉଥିବାରୁ ଅଦରକାରୀ ତାପ ଆକାରରେ ଅଯଥା ଶକ୍ତିର ହ୍ରାସ ଘଟେନାହିଁ । ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବରେ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦେଉଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ କେବଳ ଇନ୍ଧନ-ସେଲରେ ହିଁ ରସାୟନିକ ଶକ୍ତି ସିଧାସଳଖ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଯାଏ । ଉଦ୍‌ଜାନକୁ ଇନ୍ଧନ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରି ପରୀକ୍ଷା ଚଳାଇବା ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଜାଣି ପାରିଛନ୍ତି ଯେ ଏହି ସେଲର ଦକ୍ଷତା ଶତକଡ଼ା ୮୦ରୁ ୯୦ ଭାଗ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହେଉଛି ।

ଏହି ସେଲରୁ ବାହ୍ୟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପରିପଥ (Circuit) ବାଟେ ଏନୋଡ୍‌ଠାରୁ କେଥୋଡ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବାରୁ ଦରକାରୀ କାର୍ଯ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସମାହିତ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହେଉଛି ।

ସାରାଂଶ

କୌଣସି ଏକ ପଦ୍ଧତି ଯାନ୍ତ୍ରିକ, ତାପୀୟ ଓ ରସାୟନିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥିବା ବେଳେ ତାହାର ଏପରି ଅବସ୍ଥାକୁ ବିଜ୍ଞାନର ଭାଷାରେ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନୀୟ ସନ୍ତୁଳନ କହନ୍ତି ।

ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମାହିତ ହେବାଦ୍ୱାରା କୌଣସି ଏକ ପଦ୍ଧତିର ଚାପ, ଆୟତନ ଓ ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରଭୃତି ଚଳଗୁଡ଼ିକରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସଂଘଟିତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନୀୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା କହନ୍ତି ।

ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାଟି ସମୟାନୁକ୍ରମେ ନିଜ ଅବସ୍ଥାରେ ଅତ୍ୟଳ୍ପ ପରିମାଣର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ଧାବିତ ହୋଇପାରେ, ତାହାକୁ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା କହନ୍ତି । ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରଥମ ନିୟମ :— ତାପଶକ୍ତି ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଉଥିବା ବେଳେ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକ ତାପଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଉଥିବା ବେଳେ, ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ (ଅର୍ଥାତ୍, ତାପଶକ୍ତି+ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଶକ୍ତି) ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ ।

$$Q=(U_2-U_1)+W$$

କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ଯଦି ତାପମାତ୍ରାକୁ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ତା'ର ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ ସମୋଷ୍ଣ ପ୍ରସାରଣ କହନ୍ତି । ସମୋଷ୍ଣ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ବେଳେ PV ର ମୂଲ୍ୟ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ । n ମୋଲ୍ ଧାରିତ କୌଣସି ଏକ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍ ନିଜର ତାପମାତ୍ରାକୁ T_1 ଠାରେ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରଖି ପ୍ରସାରିତ ହେବା ଦ୍ୱାରା ଯଦି ତା'ର ଆୟତନ V_1 ଠାରୁ V_2 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧିଲାଭ କରେ, ତାହାହେଲେ ସେହି ଗ୍ୟାସ୍‌ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$W=2{\cdot}303\, RT_1 \log \frac{V_2}{V_1}$$

ବାହ୍ୟ ପରିବେଶରୁ ତାପ ସଂଗ୍ରହ ନ କରି ବା ବାହ୍ୟ ପରିବେଶକୁ ତାପ ଯୋଗାଇ ନ ଦେଇ ଯଦି କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ତା'ର ଏପରି ପ୍ରସାରଣକୁ ସମତାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ କହନ୍ତି । ସମତାପୀୟ ପ୍ରସାରଣ ଘଟୁଥିବା ବେଳେ PVର ମୂଲ୍ୟ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହେ । ସମତାପୀୟ ଭାବରେ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ହେଉଛି,

$$W=nC_V\,(T_1-T_2)=nC_V(T_1-T_2)$$

ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ :

ବାହ୍ୟ ଶକ୍ତିର ସାହାଯ୍ୟ ନ ନେଇ କୌଣସି ଏକ ଇଂଜିନ୍ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁଠାରୁ ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ତାପ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରିବା ଅସମ୍ଭବ ।

$$\text{ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା}=\frac{T_1-T_2}{T_1}$$

$$\text{ତାପ ପମ୍ପର କାର୍ଯ୍ୟ-ଗୁଣାଙ୍କ}=\frac{Q_1}{W}=\frac{Q_1}{Q_1-Q_2}$$

ତାପମାତ୍ରାର ମୂଲ୍ୟ T_1 ହୋଇଥିବା ବେଳେ ଗୋଟିଏ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମାହିତ ହେବାଦ୍ୱାରା ଏଣ୍ଟ୍ରପିରେ ଘଟୁଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ହେଉଛି,

$$\triangle S=\frac{\triangle Q}{T}$$

ତାପ ଇଂଜିନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ତୁଲ୍ୟ ଇନ୍ଧନ-ସେଲର ଦକ୍ଷତା ସୀମିତ ପରିମାଣର ହୋଇ ନ ଥାଏ । କାରଣ, ଏହି ସେଲରେ ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତର ଘଟିଯାଉଥିବାରୁ ଅଦରକାରୀ ତାପ ଆକାରରେ ଅଯଥା ଶକ୍ତିର ହ୍ରାସ ଘଟେ ନାହିଁ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

1. କେଉଁ ପ୍ରକାର ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା କୁହାଯାଏ ? ଅପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ଓ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ କଣ ? ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

2. ପ୍ରଶୀତକର ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଥଣ୍ଡା ଅଞ୍ଚଳରୁ ତାପ ବାହ୍ୟ ଉତ୍ତପ୍ତ ପରିବେଶ ଆଡ଼କୁ ସଞ୍ଚରିତ ହେବାଦ୍ୱାରା ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମଟି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୋଇ ପାରେ କି ?

3. ପ୍ରତ୍ୟେକ ସୁସ୍ଥବ୍ୟକ୍ତି ଦିନକୁ 3000 କିଲୋ କାଲୋରୀ ଶକ୍ତି ଖାଦ୍ୟ ଆକାରରେ ନିଜ ଶରୀରକୁ ଯୋଗାଇ ଦିଅନ୍ତି । ଏହି ଶକ୍ତିର ଅବସ୍ଥା କ'ଣ ହୁଏ ?

4. (କ) ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନର ନିୟମ ଦୁଇଟିକୁ ଲେଖ ।

   (ଖ) ତାପ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା କେଉଁ କାରଣଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ? ତାପ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା ଏତେ କମ୍ ହୁଏ କାହିଁକି ?

5. କେଲଭିନ କେଉଁ ପ୍ରକାର ଯୁକ୍ତି ଉପସ୍ଥାପନା କରି ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପାଇଁ 'ପରମ ତାପମାତ୍ରା' ଶୀର୍ଷକ ଏକ ନୂତନ ସ୍କେଲ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କଲେ ? ତାପମାତ୍ରା ମାପିବା ପାଇଁ ଗୋଟିକରୁ ଅଧିକ ପରମମାନ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରଯାଇ ପାରିବ କି ?

6. ତାପମାତ୍ରାକୁ 0°A ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦିଆଗଲେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅବସ୍ଥାରେ କେଉଁ ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବ ?

7. କେଉଁ ଉପାୟ ଅବଲମ୍ବନ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ସମ୍ପୀଡ଼ିତ କରଯାଇ ତା'ର ତାପମାତ୍ରାକୁ କମାଇଦେବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ?

8. ତରଳ ବାୟୁର ପ୍ରାୟୋଗିକ ସଦୁପଯୋଗ କିପରି କରଯାଉଛି ? ତରଳ ହିଲିୟମର କେଉଁ ଉପାୟରେ ପ୍ରାୟୋଜକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସଦ୍‌ବ୍ୟବହାର କରଯାଇ ପାରିବ ?

9. (କ) ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝାଏ ?
   (ଖ) 'ଏଣ୍ଟ୍ରପି'ର ଅର୍ଥ କ'ଣ ? ଏହାର ସଂଜ୍ଞା କିପରି ଭବରେ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇଛି ?

10. କାର୍ଣୋଙ୍କ ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ଇଂଜିନ୍ ସମ୍ପର୍କରେ ବିଶଦ ବର୍ଣ୍ଣନା ପ୍ରଦାନ କର । ଏହି ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ? ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରକାର ପ୍ରତିବର୍ତ୍ତ୍ୟ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା କାର୍ଣୋ ଇଂଜିନଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ ନାହିଁ କାହିଁକି ?

11. କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଆବଦ୍ଧ କରି ରଖାଯାଇଛି । ଉଭୟ ସ୍ଥାନରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରା ସମାନ ହୋଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ସମୋଷ୍ମଭବରେ ପ୍ରସାରିତ କରଯାଇ ତାପ ଆୟତନକୁ V ଠାରୁ $\frac{1}{2}$V ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦିଆଗଲା ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଗ୍ୟାସ୍‌ଟିକୁ ସମତାପୀୟ ଭବରେ ପ୍ରସାରିତ କରଯାଇ ତା'ର ଆୟତନକୁ ମଧ୍ୟ V ଠାରୁ $\frac{1}{2}$V ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମାଇ ଦିଆଗଲା । ପରବର୍ତ୍ତିତ ପରିସ୍ଥିତିରେ କେଉଁ ଗ୍ୟାସର ଚାପ ଅଧିକ ହେବ ?

12. 0·5 ମିନିଟ୍ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ରେଳଗାଡ଼ିର ଗତି ଘଣ୍ଟାପ୍ରତି ୪୦ ମାଇଲରୁ ୩୦ ମାଇଲ୍‌କୁ କମିଯାଉଛି । ଗାଡ଼ିଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯଦି 200 ଟନ୍ ହୁଏ ଏବଂ ବ୍ରେକ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଘର୍ଷଣକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଉଥିବା ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ଯଦି ତାପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇ ଯାଉଥାଏ, ତାହାହେଲେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତାପର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
[ଉତ୍ତର: 12000 B. Th. U.]

13. ଗୋଟିଏ ବାଷ୍ପଚାଳିତ ଇଂଜିନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା 15% । 3·0 ଅଶ୍ୱକ୍ଷମତା ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ଇଂଜିନ୍‌ଟିକୁ କେତେ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦିଆଯିବ ?
[ଉତ୍ତର: $5{\cdot}1 \times 10^4$ B. Th. U.]

14. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପର ମୂଲ୍ୟ C ହୋଇଛି ଏବଂ ଏହାର ମୂଲ୍ୟରେ ପରିସ୍ଥିତିର ପ୍ରଭାବ ଯୋଗୁଁ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁନାହିଁ । ଯଦି ଏହି ବସ୍ତୁଟିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m ହୁଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦେବା ଯୋଗୁଁ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା T_1° ଠାରୁ T_2° ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଢ଼ିଯିବା ଦ୍ୱାରା ଏଣ୍ଟ୍ରପିର ମୂଲ୍ୟ S_1 ଠାରୁ S_2 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଦଳିଯାଏ, ତାହାହେଲେ ପ୍ରମାଣ କର ଯେ $S_2 - S_1 = mc\log(T_2/T_1)$ ।

15. 20°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 200 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳ ସହିତ 100°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା 80 ଗ୍ରାମ୍ ସୀସା ମିଶାଇ ଦିଆଗଲା । [ସୀସାର ବିଶିଷ୍ଟ ତାପ= 0·035 କାଲୋରୀ/ଗ୍ରାମ୍ °C] ମିଶ୍ରଣଟି ତାପଗତି ବିଜ୍ଞାନ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଉପନୀତ ହେବାପରେ ତା'ର ଏଣ୍ଟ୍ରପିରେ ଘଟିଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ଉତ୍ତର: 0·67 କାଲୋରୀ/°K]

16. ଗୋଟିଏ ପ୍ରଶୀତକରେ ଖଚିତ ହୋଇଥିବା ଥଣ୍ଡା ତାପମାତ୍ରା ଉତ୍ପନ୍ନକାରୀ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହୀ ତାରଗୁଡ଼ିକର ତାପମାତ୍ରା —37°C ହୋଇଛି ଏବଂ ଏହାର ଘନୀକରଣ (Condenser)ରେ ଥିବା ସଂପୀଡ଼ିତ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ତାପମାତ୍ରା 62°C ହୋଇଛି । ଏହି ପ୍ରଶୀତକର ଦକ୍ଷତାର ସର୍ବାଧିକ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । [ଉତ୍ତର: 30%]

17. 76 ସେ:ମି: ଚାପରେ ଥିବା ବାୟୁର ଆୟତନକୁ ହଠାତ୍ କମାଇ ଦେବାରୁ ତାହା ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଅର୍ଦ୍ଧେକ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରୁଛି । (କ) ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହୋଇଛି ? (ଖ) ସମୋଷ୍ମ ଭାବରେ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଥିଲେ, ଏହାର ଚାପର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହୋଇ ଥାଆନ୍ତା ?
[ଉତ୍ତର: (କ) 200 ସେ:ମି: ଓ (ଖ) 150 ସେ:ମି:]

18. ମନେକର ଯେ ଗୋଟିଏ ଆଦର୍ଶ ଗ୍ୟାସ୍‌ର γର ମୂଲ୍ୟ 1·50 ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଚାପ ହେଉଛି 1 ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପସହ ସମାନ । ଏହି ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ସଂପୀଡ଼ିତ କରିଦେବାରୁ ଏହାର ଆୟତନ ପୂର୍ବାପେକ୍ଷା ଅଧା ହୋଇ ଯାଇଛି । (କ) ଯଦି ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ସମୋଷ୍ମ ଭାବରେ ସଂପୀଡ଼ିତ କରାଯାଇଥାଏ ଓ (ଖ) ଯଦି ଏହାକୁ ସମତାପୀୟ ଭାବରେ ସଂପୀଡ଼ିତ କରାଯାଇଥାଏ, ତାହାହେଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନ୍ତିମ ଚାପର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହେବ ?
[ଉତ୍ତର: (କ) 2 × ବାୟବୀୟ ଚାପ ଓ (ଖ) 2·8 × ବାୟବୀୟ ଚାପ]

ଗୋସ୍ୱାମୀ ପ୍ରେସ